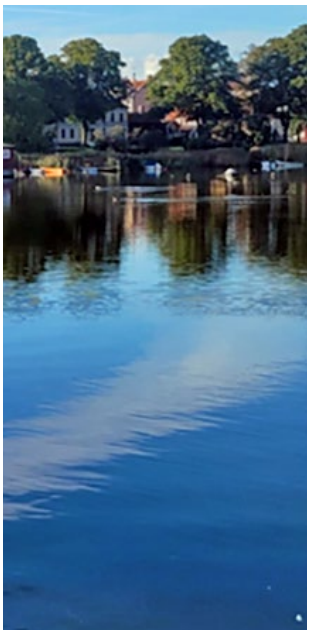
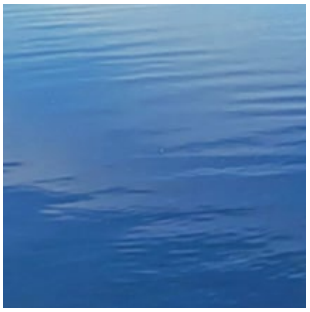
Klimat- och sårbarhetsanalys

Kalmar län







Länsstyrelsen
Kalmar län

Titel: Klimat- och sårbarhetsanalys Kalmar län
Författare: Lars Ljungström
Ansvarig enhet: Samhällsbyggnadsenheten, Länsstyrelsen Kalmar län
Diarienummer: 9181-2026
Utgivningsår: 2026
Omslagsbild: Lars Ljungström

Bakgrund

Länsstyrelsen har genomfört en klimat- och sårbarhetsanalys utifrån klimatförändringens påverkan både på länet som geografiskt område och länsstyrelsen som organisation.

Analysen är övergripande och har som syfte att skapa en överblick inför en kommande handlingsplan. Analysen är framför allt en sammanställning av befintlig kunskap kring hur klimatförändringarnas effekter påverkar länet och länsstyrelsens olika ansvarsområden.

Ambitionen med analysen är att ge en bred bild av Kalmar läns klimatrelaterade risker samt hur olika klimateffekter förväntas påverka länet och länsstyrelsens verksamhet. Länsstyrelsen har valt att göra en systemanalys på länsstyrelsens olika verksamheter och ansvarsområden. I den här analysen har vi lagt extra fokus på systemområdena bebyggd miljö och biologisk mångfald.

De olika klimateffekterna återkommer i flera texter i analysen beroende på vilken verksamhet som beskrivs. Många klimateffekter och verksamheter kan dessutom påverka, samspela och gå in i varandra.

Analysen är som sagt översiktlig och kan därför säkert sakna både effektkedjor som kaskadeffekter i flera av systemanalyserna. Klimatforskning och klimatanpassning är snabbt växande kunskapsfält där ny kunskap ständigt tillkommer.

Innehåll

BAKGRUND 3

Syfte 6

Metod 6

Ansvaret för klimatanpassning 8

KALMAR LÄN 10

Klimatet i Kalmar län 10

Naturgeografiska förutsättningar 10

Blekinge–Kalmarkusten, nationellt riskområde för erosion 11

Befolkningsutveckling och åldersstruktur 12

KLIMATFÖRÄNDRINGAR KALMAR LÄN 14

Temperatur 15

Nederbörd 23

Ras och skred 36

Erosion 36

Brand 37

Övriga klimatindikatorer 38

KLIMATEFFEKTER, ANALYS AV UTVALDA SYSTEM 42

Fokus på vissa system 42

Byggd miljö 42

Biologisk mångfald 59

Miljöfarliga verksamheter 79

Jordbruk och livsmedelsförsörjning 81

Samhällsskydd och beredskap 94

Folkhälsa 101

Kulturmiljö 107

KLIMATFÖRÄNDRINGAR 113

Generationsmålet 113

Väder och klimat 114

Växthusgaser 115

Globala och nationella utsläpp av växthusgaser 116

Klimatmodeller 118

Tröskelvärden och brytpunkter 121
Planetära gränsvärden 125
Synergieffekter 126
Transnationella risker 128
LAGAR OCH FÖRORDNINGAR 129
ORDLISTA, FÖRKORTNINGAR 131

Syfte

Det övergripande syftet med analysen är att identifiera risker som kan uppstå på grund av klimatförändringar i Kalmar län.

Riskanalysen är ett viktigt underlag för länsstyrelsens handlingsplan för klimatanpassning.

Analysen är även tänkt att ge ett brett kunskapsläge kring klimatförändringar med tyngdpunkt på Kalmar län och länsstyrelsens ansvars och verksamhetsområden.

Metod

Klimat- och sårbarhetsanalysen utgår från en systemanalys av de nationellt prioriterade utmaningarna inom klimatanpassning som har påverkan på länsstyrelsens verksamheter:

1. Översvämningar, högre vattenflöden och havsnivåhöjningar som hotar samhället, infrastruktur och näringsliv
2. Höga temperaturer som innebär risker för hälsa och välbefinnande för människor och djur
3. Osäker tillgång till vatten av tillräcklig mängd och god kvalitet för enskilda, samhället och näringsliv
4. Ras, skred och erosion som hotar samhället, infrastruktur och näringsliv
5. Torka och bränder som hotar samhället, infrastruktur och näringsliv
6. Ökad förekomst av skadegörare, sjukdomar och invasiva främmande arter som påverkar människor, djur och växter
7. Klimatförändringarnas effekter på biologisk mångfald som påverkar ekosystemens resiliens och möjligheten att tillhandahålla ekosystemtjänster
8. Klimateffekter som hotar en trygg energi- och livsmedelsförsörjning
9. Klimateffekter som påverkar förutsättningar för finans- och försäkringsbranschen
10. Globala klimateffekter som påverkar handel, livsmedelsproduktion, immigration, internationella relationer och säkra livsmiljöer.

Analysen är tänkt att ge ökad kunskap om klimateffekter för att rätt kunna väga in och prioritera åtgärder i arbetet med att skapa ett samhälle som står robust mot klimatförändringar.

Till grund för bedömningarna har länsstyrelsen använt sig av SMHI:s klimatscenariotjänst som visar på hur olika klimatindikatorer förändras i takt med att klimatet förändras. Vissa händelser sker gradvis, andra händelser sker snabbt och intensivt. På regional nivå görs en bedömning

utifrån olika klimatscenarier av hur klimatindikatorerna förändras från nutid till omkring år 2050 samt till slutet av seklet.

I nästa steg görs en regional handlingsplan för klimatanpassning där anpassnings och åtgärdsbehov identifieras utifrån länsstyrelsens olika system och uppdrag, handlingsplanen syftar till att skydda miljön och människors liv, hälsa och egendom genom att samhället anpassas till de konsekvenser som ett förändrat klimat medför.

Risk som begrepp

I IPCC:s syntesrapport AR54 utvecklas riskbegreppet till en kombination av sårbarhet, fara och exponering. Modellen beskriver hur samhällsutvecklingen påverkar risken och hur växthusgasutsläpp driver klimatförändringen. Samtidigt som utveckling i form av klimatanpassnings-åtgärder eller andra riskreducerande åtgärder kan bidra till att minska risken.



Risk ur ett klimatperspektiv Bild: länsstyrelsen Kronoberg

Vid extrema händelser som översvämning eller stormar agerar samhället snabbt och händelsen får ofta stor uppmärksamhet. Den gradvisa förändringen är svårare att se, vilket kan vara en delförklaring till att vi inte agerar tillräckligt mot klimatförändringar. Det är svårt att prioritera framtida problem som man inte ser här och nu. Ett annat problem är att klimatförändringar i huvudsak ses som någon annans problem och uppfattas som väldigt svåra att påverka.

Shifting baseline syndrome

Shifting baseline syndrome (SBS) innebär att miljöförändringar gradvis kan uppfattas som normala när varje generation utgår från sina egna erfarenheter snarare än från historiska miljöförhållanden. Det är ett sociopsykologiskt fenomen där kunskap om tidigare miljöförhållanden successivt kan gå förlorad, vilket kan göra att människor inte uppmärksammar eller underskattar långsiktiga förändringar, exempelvis i biologiska system eller i klimatet.

Ansvaret för klimatanpassning

Klimatanpassningsarbetet i Sverige berör många olika aktörer i samhället, både inom det offentliga och det privata. För många myndigheter utgör förordningen för klimatanpassning grunden för arbetet och anger hur det ska bedrivas.

Nationella myndigheters ansvar

Sverige har 32 nationella myndigheter och 21 länsstyrelser med ett utpekat ansvar att inom sina ansvarsområden initiera, stödja och utvärdera arbetet med klimatanpassning. SMHI har uppdraget att rapportera myndigheternas arbete med klimatanpassning till regeringen.

Länsstyrelsens ansvar

Utifrån klimatanpassningsförordningen ska länsstyrelsen utöver uppdraget att samordna det regionala arbetet med klimatanpassning även initiera, stödja och följa upp kommunernas klimatanpassningsarbete samt analysera hur länet, och vid behov angränsande län påverkas av klimatförändringar. Länsstyrelsen ska även stödja och följa upp regionala sektorsmyndigheters klimatanpassningsarbete, samt bidra till och ta fram underlag för ökad kunskap och planering och stödja arbetet i älvgrupper.

Länsstyrelsen ska utreda klimatförändringarnas påverkan på länsstyrelsens verksamhet i en klimat- och sårbarhetsanalys (KSA). Analysen ska därefter ligga till grund för klimatanpassningsarbetets inriktning och utformning med myndighetsmål och handlingsplan för klimatanpassning.

Länsstyrelsernas verksamhetsområden omfattar naturvård och miljöskydd, miljöövervakning, klimat och energi, kommunikationer, livsmedelskontroll, djurskydd och allmänna veterinära frågor, lantbruk, fiske, jämställdhet, kulturmiljö, regional utveckling, hållbar samhällsplanering och boende, civilt försvar, krishantering i fredstid och räddningstjänst. Länsstyrelserna är dessutom regionala tillsynsmyndigheter för naturvård och miljöskydd enligt miljöbalken samt i frågor som rör dricksvatten och dagvatten. Inom samtliga dessa verksamhetsområden behöver hänsyn tas till ett förändrat klimat och nödvändiga åtgärder vidtas för att minska sårbarheter och risker.

Chefer och medarbetare på Länsstyrelsen har ansvar för att integrera klimatanpassningsperspektivet där det är relevant inom respektive verksamhetsområde, så att ärendehantering, planer och program beaktar klimatförändringens konsekvenser och behov av anpassning.

Kommuners ansvar

Det kommunala ansvaret omfattar flera verksamheter som berörs av klimatförändringar med behov av klimatanpassning. Kommunerna är lokala myndigheter med lovgivning, kontroller och tillsyn och ansvarar för den fysiska planeringen med översiktsplaner, detaljplaner och bygglov. I fysisk planering måste kommunerna visa hur de tar hänsyn till klimatförändringar och vilka anpassningsåtgärder som måste göras i planer så att ny bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet. Kommunen ansvarar även för krisberedskap och räddningstjänst.

Fastighetsägares ansvar

Fastighetsägaren har ansvaret för sin egen fastighet. De skador som kan uppstå på grund av olika klimateffekter får därför den enskilde fastighetsägaren stå för. Fastighetsägare behöver själva vidta nödvändiga skadeförebyggande åtgärder för att skydda sin egendom.

Länkar och mer information:

FN:s klimatrapport 2014
Fifth Assessment Report — IPCC

Metodstöd för risk och sårbarhetsanalyser Länsstyrelsen Kronoberg
Ett mer samlat grepp om risk- och sårbarhetsanalyser och klimat- och sårbarhetsanalyser

Klimatanpassning Jordbruket, Myndighetsnätverket för klimatanpassning
Jordbruk — SMHI - Klimatanpassning

Shifting baseline-syndrome
Shifting baseline syndrome: causes, consequences, and implications - Soga - 2018 - Frontiers in Ecology and the Environment - Wiley Online Library

Klimatanpassningsförordningen
Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete

Regeringens utredning om ansvaret för klimatanpassning 2015
Vem har ansvaret?

Kalmar län

Klimatet i Kalmar län

Kalmar län med sin skiftande natur har stora skillnader i de regionala klimatförhållandena med en blandning av kontinentalt och maritimt klimat. Längs kusten och på Öland har Östersjön en utjämnande inverkan på temperaturskillnaderna. De största skillnaderna på sommar och vinter hittar man därför i de västliga och högre belägna delarna av länet. Mest maritimt är klimatet på Ölands norra och södra udde. Maritimt klimat eller kustklimat kännetecknas av milda temperaturer, hög luftfuktighet och jämn nederbörd under året.

Medeltemperaturen i länet är vintertid cirka -1° C. Sommartid är medeltemperaturen cirka 17° C. Fastlandsdelen av länet får ungefär 500 millimeter regn per år, vilket är nästan hälften av vad man får på västkusten, orsaken är de förhärskande sydvästvindarna som tvingar luften att stiga över Sydsvenska höglandet. På Öland är nederbörden ännu lägre, med de lägsta nederbördsmängderna på norra och södra uddarna, cirka 400 millimeter regn per år.

När det stormar som hårdast i Sverige kommer vindarna från väst. Kalmar län är därför mindre utsatt än väst och sydkusten. Stormarna Gudrun och Per visar dock att det kan blåsa rejält även här. Vid stormen Gudrun 2005 uppmättes vindbyar på upp till 33 meter per sekund, med extremt omfattande skogsskador samt avbrott i elförsörjning och teletrafik.

För Kalmar län är skyfallen som störst när lågtrycken kommer in från söder eller sydost. Vintertid är snöfallen som hårdast när det blåser ihållande från nordost i samband med att haven är isfria. Ett känt väderfenomen på Öland är fåken. Den kan vara särskilt besvärlig på södra Öland, där starka vindar kan driva ihop snön till stora drivor intill bebyggelse, samtidigt som åkrar och andra öppna platser kan vara helt snöfria.

Naturgeografiska förutsättningar

Kalmar län är ett långsträckt län i sydöstra Sverige som består av 12 kommuner. Länet har stora naturvärden och utgörs av ett naturgeografiskt sett mycket variationsrikt område. I länet finns stora kustnära slätt- och låglandsområden med hög uppodlingsgrad, stäppliknande beteshävdade alvarmarker, en morän- och urbergsskärgård samt stora sammanhängande skogsområden i länets inland.

I länets nordvästra delar finns kuperade höglandsbygder med ett småskaligt odlingslandskap på höjder upp till cirka 300 meter över havet. Länet är rikt på sjöar och vattendrag. Emån, Stångån och Lyckebyån hör till de större

vattendragen och i huvudsak kommer vattendragen in från väster och rinner ut i havet.

Landskapstyperna i länet utgörs framför allt av slätt, inland och kust.

Jordförhållandena i Kalmar län präglas av den senaste istiden med efterföljande landhöjning. Morän som bildats genom direkt materialavlagring från inlandsisen är den vanligaste jordarten. Moränen utgör ofta ett mer eller mindre jämnt jordtäcke som följer de storskaliga berggrundsformerna. Morän och isälvssediment är delvis täckta av yngre finsediment av silt och lera. På höjder och sluttningar har moränen ofta omlagrats av vågorna till svallgrus och svallsand, som kan ha en betydande mäktighet (upp till 6–7 meter).

Moränens mäktighet varierar; i trakten runt Kalmar är moränen ofta runt 10 meter mäktig, men i större delen av länet är moränen tunnare. Tunna och osammanhängande morän-täcken finns främst i norra delen av länet och på Öland. På Öland är moräntäcket i regel 0,5–5 meter mäktigt. På Stora Alvaret är berggrunden blottad då moränen ofta saknas helt.

Kalt berg har stor utbredning, framför allt i kusttrakterna i den norra delen av länet. Där är jordtäcket oftast obefintligt på höjderna, medan bergssidor och dalbottnar kan vara täckta av mäktiga jordlager.

De bergarter som är vanligast förekommande i länet är graniter, ryolitisk porfyr samt olika sedimentära bergarter. Längs fastlandets sydöstra kust finns kambrisk sandsten, som också finns på hela Öland men där överlagras av yngre sedimentära bergarter. Största delen av Ölands ytliga berggrund består av kalksten. Ölands berggrundsyta och geologiska lager lutar generellt svagt åt öster.

Blekinge–Kalmarkusten, nationellt riskområde för erosion

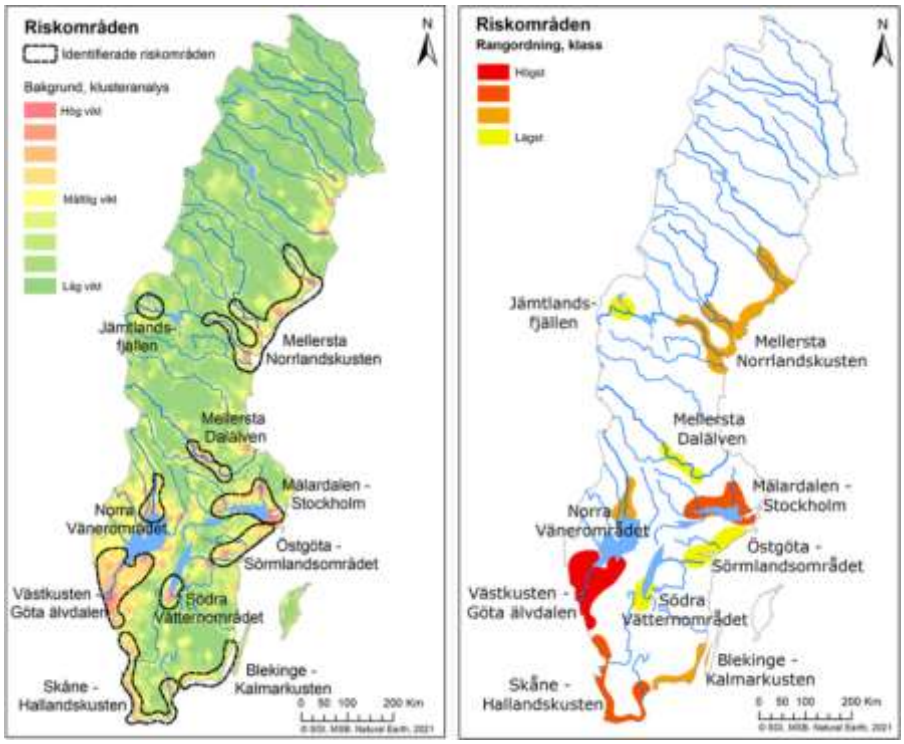
Blekinge–Kalmarkusten är utpekat som nationellt riskområde för erosion på grund av översvämningsrisker från havet (SGI och MCF, 2021).

Blekinge–Kalmarkusten är låglänt med flera städer i området belägna vid mynningen av större vattendrag där höga flöden väntas bli allt vanligare till följd av klimatförändringarna. De här orterna blir särskilt utsatta för översvämning på grund av den kombinerade risken med höga flöden i vattendrag samtidigt som havsnivån stiger.

Längs Blekinge–Kalmarkusten är landhöjningen liten. Det gör att medelhavsnivån förväntas stiga kraftigt i framtiden på grund av ett förändrat klimat, med ökade översvämningsrisker.

Tätorterna Kalmar, Karlshamn och Karlskrona är utpekade enligt förordningen (2009:956) som orter med betydande översvämningsrisker.

Höga kultur- och naturvärden samt höga ekonomiska värden gör att risker behöver identifieras och förebyggande åtgärder vidtas.



Bilden till vänster visar riksöversikten för stranderosion med de stränder i Sverige som är utsatta för erosion samt vilka stränder där förutsättningar finns för erosion. Bilden till höger visar identifierade nationella riskområden för ras, skred, erosion och översvämning vid kust och vattendrag, illustrationer MCF, mcf.se.

Befolkningsutveckling och åldersstruktur

Befolkningen i Kalmar län var i början av 2025 drygt 246 000 personer. Länets befolkning minskade under 2024, främst till följd av höga dödstal, låga födseltal samt negativt inrikes flyttnetto. Det är främst personer i åldern 20–29 år som flyttar till och från länet. Från 50 års ålder och uppåt är inflyttningen till länet större än utflyttningen. Genomsnittsåldern i Kalmar län ligger på 44,8 år och har därmed ökat med 2,2 år sedan 2003. Kalmar län har landets näst äldsta befolkning efter Gotlands län.

Länet har även näst högst demografisk försörjningskvot i landet år 2024. Den demografiska försörjningskvoten är ett mått som visar balansen mellan personer i arbetsför ålder och de som inte är det, som barn och äldre. Antalet män i länet är något högre än antalet kvinnor. Cirka 20 procent av länets befolkning bor på landsbygden. Prognosen framåt är att befolkningen förväntas minska fram till år 2040 till cirka 243 000 personer, därefter väntas en viss ökning. Andelen 20–64 år, det vill säga personer i arbetsför

ålder, förväntas minska samtidigt som antalet personer i ålder 80 och äldre förväntas öka. Försörjningskvoten i länet förväntas därför öka i framtiden.

Länkar och mer information:

Regional kustsamverkan
Regional kustsamverkan Blekinge, Kalmar, Gotland

Naturgeografiska förutsättningar
Fickfakta 2002.pdf

Blekinge- Kalmarkusen, nationellt riskområde för erosion
Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning

Befolkningsstruktur Region Kalmar
Microsoft Power BI

Klimatförändringar Kalmar län

I SMHI:s klimatscenariotjänst redovisas klimatförändringar för olika klimatindikatorer som temperatur, nederbörd och vattenföring med mera. Redovisningen är i form av kartor, diagram och nedladdningsbara data. Klimatscenariotjänsten bygger på de tre RCP-scenarier (Representative Concentration Pathway); RCP 2,6, RCP 4,5 och RCP 8,5. Siffrorna efter RCP står för differensen mellan energi som tillförs jorden med solinstrålning och energi som strålar ut i rymden från jorden mätt i W/m2. Klimatindikatorer visar förändringar i klimatet och är parametrar som följs under en lång tid.

Nedan är först en årsvis sammanfattning av förväntade klimatförändringar. Därefter följer en mer detaljerad sammanställning av utvalda indikatorer för Kalmar län utifrån klimatscenarierna RCP 4,5 och RCP 8,5.

Sammanställningarna utgår från tre olika referensperioder 2011–2040 (idag), 2041–2070 samt 2071–2100. All klimatdata går att få från SMH:s klimatscenariotjänst.

Mildare och regnigare vintrar

Medeltemperaturen under vintern är idag cirka -1,6 °C i snitt för Kalmar län. Vid seklets slut beräknas medeltemperaturen öka till mellan +1,6 och +3,8 °C. Normalvintern går medeltemperaturen vid seklets slut alltså från minusgrader till plusgrader vilket gör att antalet nollgenomgångar minskar från 89 dygn per år till mellan 66 och 44 dygn per år.
Nederbörden förväntas öka vintertid med mellan 8–11 millimeter per månad till slutet av seklet, från 45 millimeter per månad idag till mellan 53–56 millimeter per månad. Den beräknade högre temperaturen leder till att en större del av nederbörden faller som regn i stället för snö, vilket medför att flödena i vattendragen beräknas att öka under vintern.

Tidigare vårar

Medeltemperaturen på våren beräknas öka från 5,2 °C till mellan 7,9–9,3 °C. En högre medeltemperatur påverkar bland annat växtligheten. Vegetationsperiodens längd är den tid då dygnsmedeltemperaturen för sex sammanhängande dygn överstiger 5 °C. För referensperioden var vegetationslängden i genomsnitt 204 dygn per år. Närmare seklets slut beräknas vegetationsperioden öka med 62–100 dygn.

Vid det högsta scenariot (RCP 8,5) beräknas vegetationsperioden pågå i 10 månader jämfört med drygt 7 månader för referensperioden. Växtligheten startar framför allt tidigare på året vid högre temperaturer.

Nederbörden under våren beräknas öka med 23–32 procent mot slutet av seklet jämfört med referensperioden (från 38 till mellan 47–50 millimeter per månad).

Medelvattenföringen förväntas däremot minska för de flesta vattendrag i länet under våren då snömängderna kommer bli lägre med utebliven snösmältning och mycket av nederbörden kommer i stället falla som regn och rinna av tidigare under vintern.

Varmare somrar

Sommartemperaturen förväntas öka och antalet högsommardygn bli fler:

- **Medeltemperatur**: beräknas öka från cirka 15,6 °C till mellan 18,2–20,1 °C vid seklets slut.
- **Högsommardygn**: antalet dygn med en dygnsmaxtemperatur över 25 °C beräknas öka från cirka 15 till 35–57 dygn per år.

Med högsommardygn avses dygn då dygnets maxtemperatur överstiger 25 °C.

Under juni–augusti var medelnederbörden 59 millimeter per månad under referensperioden. Vid seklets slut beräknas medelnederbörden ha ökat med 4–7 millimeter per månad. Sommaren är den årstid då nederbörden förväntas öka minst, även om den totala nederbördsmängden fortfarande är störst under sommaren.

Sommartid kan högre temperaturer och ökad avdunstning medföra lägre vattenflöden. Samtidigt kan översvämningsriskerna öka till följd av en ökad risk för skyfall. Ju varmare atmosfären blir, desto mer vattenånga kan den innehålla, vilket kan öka risken för kraftig nederbörd och skyfall.

Senare höstar

Medeltemperaturen på hösten, beräknas öka från cirka 7 °C till mellan 9,5–11,3 °C vid seklets slut. Om dygnsmedeltemperaturen är lägre än 10 °C fem dygn i följd beräknar SMHI att hösten ha ankommit det första av dessa dygn. Medeltidpunkten för höstens ankomst kommer därför komma tidigare i framtiden.

Medelnederbörden beräknas öka från 53 mm per månad till mellan 57–58 mm per månad vid seklets slut. Under hösten kommer nederbörden allt oftare komma som långvarig nederbörd.

Temperatur

Temperatur är en av de viktigaste klimatindikatorerna som används för att följa och analysera klimatet över tid. De temperaturindikatorer som tagits med i denna analys är värmeböljor, medeltemperatur, tropiska dygn,

vegetationsperiod, temperatur i Östersjön, frostdygn och nollgenomgångar. Det finns även andra temperaturindikatorer, exempelvis antalet dagar med snötäcke och vårflod.

Medeltemperatur

Årsmedeltemperatur är det vanligaste måttet för att beskriva en klimatförändring. De globala klimatmålen är baserade på förändringar i den globala årsmedeltemperaturen. Förändringen är dock inte jämnt fördelad över jorden, i Sverige sker uppvärmningen snabbare än det globala genomsnittet. Anledningen till den snabba uppvärmningen i Sverige beror dels på att kontinenter värms snabbare än hav, dels på att snö och is, som reflekterar inkommande solstrålning, minskar i utbredning. Mörk mark tar emot mer solstrålning och värme än is och snö, så kallad albedoeffekt.

Analyser av temperaturmätningar från mitten av 1800-talet fram till nu visar att uppvärmningen i Sverige hittills är 1,9 °C över det globala förindustriella medelvärdet. För Kalmar läns del förväntas årsmedeltemperaturen öka ungefär i samma takt som Sverige som helhet. I slutet av seklet förväntas medeltemperaturen i länet ha stigit med 2,8–4,6 °C jämfört med referensperioden 1961–1990. Temperaturen ökar under samtliga årstider, men den största skillnaden märks under vintern.

Idag:
Klimatet har idag förändrats utöver den naturliga variationen. Långa mätserier med globala, nationella och regionala data visar tydliga temperaturförändringar som framför allt kan förklaras av ökade koldioxidhalter i atmosfären. Det varmare klimatet märks under alla årstider, men den största förändringen sker framför allt vintertid.

Gröna och korta vintrar blir allt vanligare, även om det fortfarande kan komma rejält med snö vissa vintrar. Under referensperioden 1970–2000 var medeltemperaturen i Kalmar län 6,6 grader. Fram till år 2040 förväntas årsmedeltemperaturen stiga till 8,1 grader.

År 2041–2070:
Till denna referensperiod förväntas årsmedeltemperaturen höjas med 2,3–2,8 °C och blir då 8,9–9,4 °C. Den största temperaturökningen sker under månaderna december–februari med 2,8–3,2 °C.

Vintersäsongen blir därmed kortare med ett medelvärde mellan 1,2 och 1,7 ° C. Gröna vintrar förväntas bli allt vanligare. Det kommer oftare vara isfria vattendrag och de åren som ändå får vinteris kommer få tidigare islossning. Vårfrosten kommer att upphöra tidigare på våren vilket bland annat leder till längre växtsäsonger. Under sommaren förväntas medeltemperaturen bli drygt 18 °C. Fram till år 2050 förväntas antalet värmeböljor ha fördubblats. Vissa år kan det bli värmeböljor 20 dagar i rad.

År 2071–2100:
Vid slutet av seklet förväntas årsmedeltemperaturen vara 9,0–11,2 °C. Den största förändringen sker även här under vintern, då medeltemperaturen förväntas öka med 1,6–3,8 °C. Under sommaren kommer temperaturerna stiga kraftigt efter år 2050 och når vid seklets slut en medeltemperatur på över 20 °C. Temperaturökningen medför att hösten varar längre och att våren infaller tidigare än i dag.

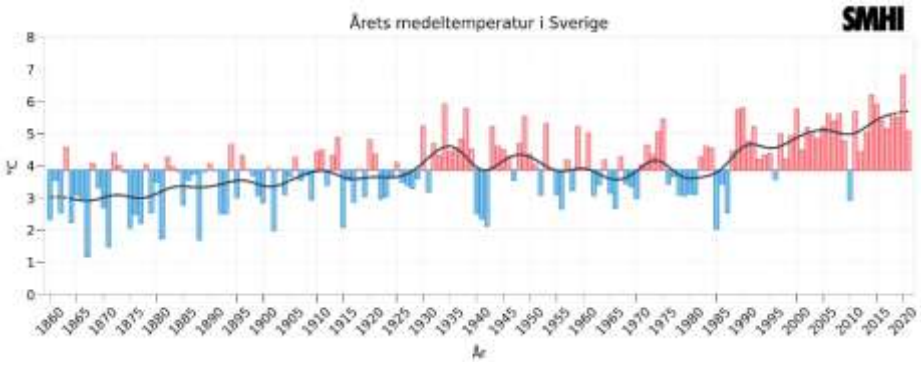


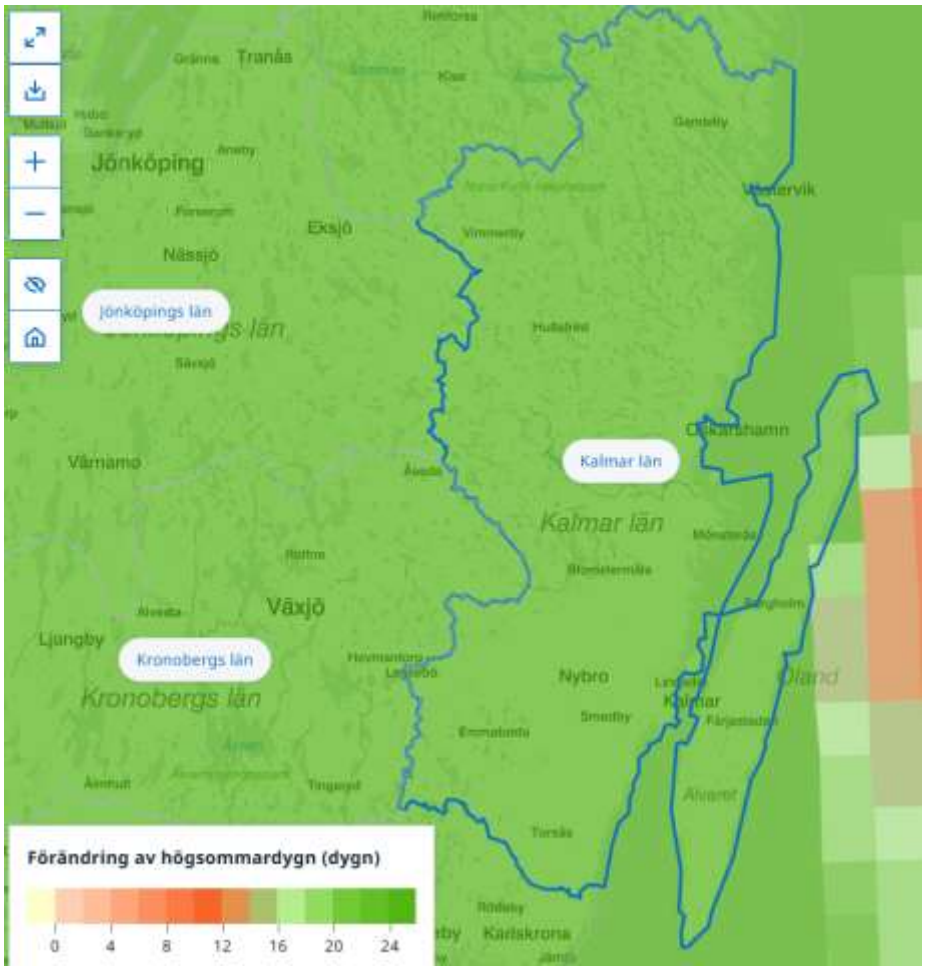
Bild: SMHI (smhi.se)

Värmebölja

Enligt SMHI definieras en värmebölja som en period på minst fem dagar i följd där den högsta dagstemperaturen är minst 25 °C. Med värmeböljor följer ofta hög luftfuktighet, vilket gör att det upplevs som varmare än den faktiska temperaturen.

Under perioden 1961–1990 översteg dygnsmedeltemperaturen 25 °C endast vid ett fåtal tillfällen varje år. Medelvärdet för länet som helhet var 2,4 gånger. Värmeböljor i länet kommer vara längre i framtiden med högre temperaturer. Om utvecklingen följer RCP 8,5 scenariot kan värmeböljor upp emot tre veckor i sträck vara vanligt förekommande vid slutet av seklet. Extremt höga temperaturer förväntas också bli allt vanligare i takt med att planetens medeltemperatur ökar.

Långvariga värmeböljor riskerar att hålla på ännu längre då varmare temperaturer även påverkar vädermönster. Under varmt väder är det normalt att en högtrycksrygg parkerar sig över ett område ett par dagar, eller till och med veckor. Högtryckssystem, som kan bilda stillastående värmekupoler, är som ett berg av varm luft i skyn. Vid värmeböljor blir värmekupolen kraftigare. Under vissa extrema år kan värmeböljorna pågå i över sju veckor i sträck.



Beräknad förändring av antal högsommardygn (dygn) för perioden år 2071–2100 jämfört med år 1971–2000. Kartan baseras på ett medelvärde av ett antal klimatmodeller för utsläppsscenario RCP8,5. Bild: SMHI (smhi.se)

Högsommardygn

Enstaka dygn då maxtemperaturen överstiger 25 °C benämns högsommardygn. I takt med att klimatet blir varmare ökar antalet högsommardygn per år i stort sett i hela Sverige. Den största ökningen sker i södra Sverige, speciellt i Östersjölandskapen. Idag är antalet högsommardygn i Kalmar län cirka tio per år. Till slutet av seklet förväntas antalet öka till 20–50 högsommardygn per år i länet.

Extremt varma tillfällen som hittills har inträffat i genomsnitt vart tjugonde år kan inträffa vart tredje till femte år i slutet av århundradet. Maxtemperaturerna förväntas också öka och kan vissa somrar uppgå till 40 °C i södra Sverige.

Tropiska dygn

Tropiska dygn är dygn då den lägsta temperaturen sett till hela dygnet överstiger 20 °C, alltså dygn med ovanligt varma nätter. Tropiska dygn har historiskt sett varit mycket ovanliga i Sverige, men har under senare år ökat

något i hela landet. Trots detta är tropiska dygn sällsynta och förekommer få eller inga gånger under ett normalår.

I framtiden är situationen annorlunda och tropiska dygn kommer bli vanligt i hela landet. Störst förväntas ökningen bli längs med kusten, framför allt i Östersjölandskapen och på Öland och Gotland. Här kan det bli mellan 5–20 tropiska dygn per år i slutet av seklet.

Längre vegetationsperiod

Vegetationsperiodens start avser det första dygnet i en sammanhängande period på sex dygn, då dygnsmedeltemperaturen överstiger 5 °C under samtliga sex dygn.

Indikatorn baseras enbart på temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning. Ökande mängd solljus är också en viktig faktor för när många arter börjar blomma på våren, vilket innebär att blomningen inte kan börja hur tidigt som helst på året. Vegetationsperiodens börjar allt tidigare i hela Sverige, med den största förändringen i söder. Analyser sedan 1900-talets början fram till idag visar att vegetationsperiodens start har anlänt allt tidigare under året. Trenden är särskilt tydlig sedan slutet på 1990-talet, och den största förändringen ses i Götaland där vegetationsperioden inleds nästan två veckor tidigare.

Referensperioder

År 1971–2000

Under referensperioden 1971–2000 var det modellerade medelvärdet av vegetationsperiodens längd för hela Kalmar län 204 dygn per år. Vegetationsperioden startade kring den 13 april och höll på till och med 1 november.

År 2011–2040

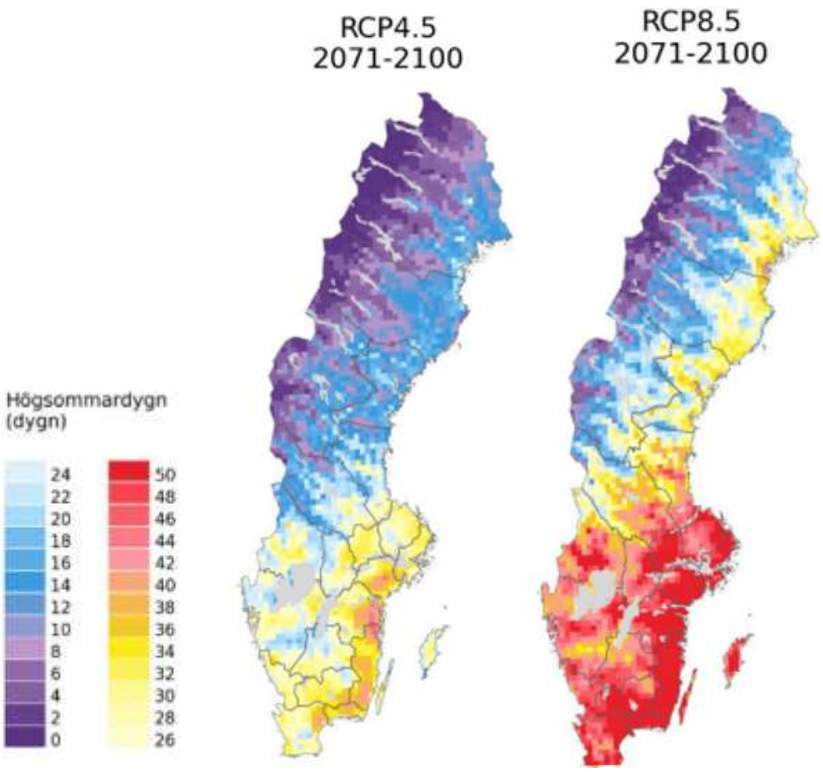
Under den här perioden har vegetationsperioden ökat med mellan 25–30 dygn (229–234 dygn). Vegetationsperioden startar kring 22–25 mars och håller på till och med 8–10 november.

År 2041–2070

Till mitten av seklet förväntas vegetationsperioden öka till totalt 250–265 dygn, med start kring 1–10 mars och slut kring 13–17 november.

År 2071–2100

I slutet av seklet förväntas vegetationsperioden börja 1–27 februari och hålla på till 17–28 november. Vilket innebär 266–304 dygn. Det innebär att vegetationsperioden kan bli 3,5 månad längre än under perioden 1971–2000. Viktigt att komma ihåg att indikatorn endast tar ställning till temperaturen. Växternas växtsäsong styrs även av andra faktorer som antalet soltimmar och nederbörd.



Antalet högsommardygn i slutet av seklet. Bild: SMHI (smhi.se)

Temperatur i Östersjön

Mer än 90 procent av jordens globala överskottsvärme de senaste 50 åren har lagrats i haven. Direkta konsekvenser av detta är exempelvis att världshavens temperatur ökar, haven försuras och havsnivån stiger. Havens temperaturökning är i regel störst vid ytan då det är där värmeutbytet med atmosfären sker, men uppvärmningen sprider sig också neråt i havet och är på många platser redan påtaglig också på stora djup.

Östersjön som är ett grunt hav med ett medeldjup på endast 55 meter är ett av de hav som värms upp allra snabbast på jorden.
Uppvärmningen blir störst i de norra delarna av Östersjön eftersom havsisen kommer att smälta tidigare på säsongen. Om koldioxidhalterna fortsätter öka skulle yttemperaturen i medeltal för hela Östersjön kunna vara mer än 3 °C varmare vid år 2100. Om vi däremot lyckas begränsa utsläppen kraftigt kan temperaturökningen hållas nere till drygt 1 °C.

På grund av ytvattnets uppvärmning riskerar även temperatursprångskiktet under sommaren att bli kraftigare. Uppvärmningen ger effekter för Östersjöns cirkulation och ändrar många havslevande organismers livsmiljö.

Med ett varmare klimat kan salthalten i havet också förändras, vilket har stor påverkan för djur- och växtlivet i Östersjön. Men det är inte helt klart kring hur salthalten kan komma att utvecklas.

Osäkerheten beror på flera faktorer, bland annat på avrinningen från åar och älvar. En ökning av nederbörden leder till större avrinning med en utsötande effekt. Men salthalten beror också på hur vindarna över Östersjöregionen utvecklas. Stora saltvatteninflöden in i Östersjön, föregås av ihållande östliga vindar under flera veckor som sänker vattennivån i Östersjön.

Vindförhållandena påverkas av den storskaliga atmosfäriska cirkulationen. Detsamma gäller för färskvatteninflödet eftersom en stor förändring av lufttrycket över Nordatlanten ger starka västvindar som transporterar fukt som blir till nederbörd och avrinning i Östersjöområdet. Klimatstudier tyder på att den storskaliga regionala cirkulationen påverkas av den globala uppvärmningen, vilket kan förändra cirkulationen i Östersjön.

Kalmar län tillhör Gotlandsbassängen och under referensperioden 1976–2005 var ytvattentemperaturen i denna del av Östersjön 8,9 °C sett till hela året.

År 2011–2040

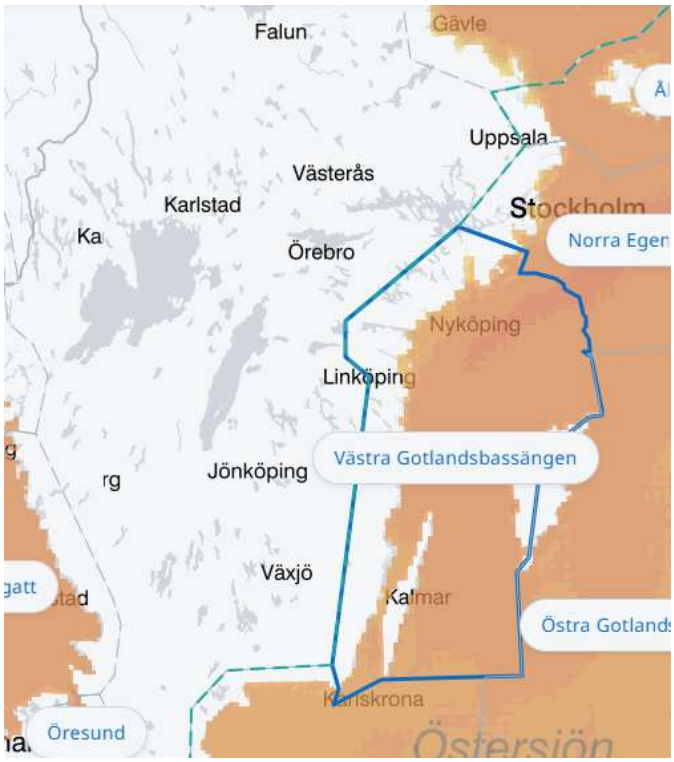
Medeltemperaturen under året beräknas vara omkring 10,0 °C. Under vintern ligger temperaturen vanligtvis mellan 3,8 och 4,6 °C, medan sommaren har en medeltemperatur på cirka 15,9–16,9 °C.

År 2041–2070

Till mitten av seklet förväntas Östersjöns temperatur ha ökat till 10,5 °C. Vintertid till mellan 3,8 °C och 5,2 °C. Sommartid till mellan 15,9 och 17,9 °C.

År 2071–2100

Till slutet av seklet förväntas årstemperaturen för Östersjön ligga mellan 10,7 och 12,2 °C. Vintertid till mellan 5,6 och 6,9 °C. och sommartid till mellan 17,9 och 19,3 °C.



Vattenmassorna i Östersjön är indelade i olika oceanografiska bassänger som avgränsas av höga trösklar som sticker upp från havsbotten. Kalmar län tillhör i sin helhet Västra Gotlandsbassängen. Bild: SMHI (smhi.se).

Frostdygn

Frostdygn är dygn då den lägsta temperaturen under dygnet understiger 0 °C. Antalet frostdygn per år minskar i hela landet. Under perioden 1971–2000 var antalet frostdygn per år i Sverige mellan 90 dygn i söder och 250 dygn längst i norr.

Antalet frostdygn minskar ungefär lika mycket över hela landet. I slutet av seklet blir frostdygn ovanliga längs Götalandskusten. Norrlandskusten kan då få klimatförhållanden som liknar dagens klimat i Skåne, vilket innebär en minskning av antalet frostdygn med cirka 2–3 månader.

Nollgenomgångar

Temperaturväxlingar kring 0 °C kan orsaka att vätska i marken fryser och smälter om vartannat. Detta kan påverka vägar, byggnader och jordbruk. Många nollgenomgångar kan orsaka tjälskador på vägarna samt skador på murverk och betongkonstruktioner. Bland annat riskerar många byggnader med murverk av kulturhistoriskt värde att skadas vid upprepade nollgenomgångar.

När temperaturen sjunker under 0 °C ökar risken för halka, vilket kräver insatser som saltspridning. Vägsalt har tyvärr negativa effekter för natur och vattenkvalitet, samt orsaka skador på betongkonstruktioner.

För Sverige som helhet ser vi redan att antalet dygn med nollgenomgångar har minskat under höstmånaderna. Minskningen är särskilt tydlig i den södra delen av landet, Götaland och Svealand, vilket kan förklaras av att höstarna blir varmare och sommaren dröjer sig kvar längre in i september. Därmed sjunker temperaturen inte lika ofta under 0 °C som tidigare.

Under perioden 1971–2000 hade Kalmar län i genomsnitt 88 nollgenomgångar per år. Till seklets slut förväntas antalet nollgenomgångar ha minskat till mellan 44 och 62 dygn per år.

Nederbörd

Kalmar län tillhör de regnfattigaste delarna av landet. Det vanligaste nederbördsmönstret i södra Sverige är att lågtrycken kommer från väster och mycket av nederbörden faller därför över småländska höglandet innan det når Kalmar län. I ett varmare klimat kan atmosfären innehålla mer vatten, vilket leder till intensivare nederbörd under sommaren. I framtiden kan därför skyfallen bli både kraftigare och pågå under längre tid.

Även om Kalmar län ligger i regnskugga väntas både den totala nederbörden och den största dygnsnederbörden öka med närmare 20 procent fram till slutet av seklet.



Årsnederbörd i södra Sverige. Karta: Lantmäteriet (lantmateriet.se)

Medelnederbörd

En varmare atmosfär kan innehålla mer fukt vilket innebär att nederbörden vanligtvis ökar i takt med klimatförändringen. Storleken på ökningen skiljer sig dock mycket åt mellan olika platser och förändringen är heller inte jämnt fördelad över året. Analyser av observerad nederbörd visar att årsmedelnederbörden i Sverige har ökat från omkring 600 millimeter i mitten av 1970-talet till närmare 700 millimeter de senaste decennierna. De

dominerande vindarna på våra breddgrader med västlig eller sydvästlig riktning medför att mer nederbörd faller i landets västra delar än i de östra.

Årsmedelnederbörden varierar mycket från år till år, men en tydlig trend är att de allra nederbördsrikaste åren inträffat de senaste decennierna, samt att de nederbördsfattiga åren blivit allt färre. Årsmedelnederbörden förväntas fortsätta öka i framtiden i hela landet. Nederbörd som faller på vintern kommer allt oftare som regn än snö och ger mer avrinning eftersom växtligheten inte tar upp lika mycket vatten som under vår och sommar.

Markförhållandena som exempelvis jordart samt om det är tjäle eller mycket vatten i marken, påverkar också hur snabbt nederbörden ger effekt på vattenflödena. Vinterflödena kommer bli vanligare och öka med ett varmare klimat.

Den totala nederbörden är summan av den dagliga nederbörden över ett år eller en säsong (i millimeter vattenekvivalent). Medelvärdet av den totala nederbörden under en viss tidsperiod (till exempel år eller säsong) kallas medelnederbörd. Variationen mellan år, säsong och olika delar av landet är stor.

I SMHI:s klimatscenariotjänst vad gäller hydrologi utgår tjänsten från avrinningsområden. Nederbördssiffrorna i den här rapporten utgår från det geografiska området Kalmar läns kustområde.

År 1971–2010

Medelnederbörden per år för Kalmar läns kustområde var 40 millimeter per månad under referensperioden.

År 2011–2040

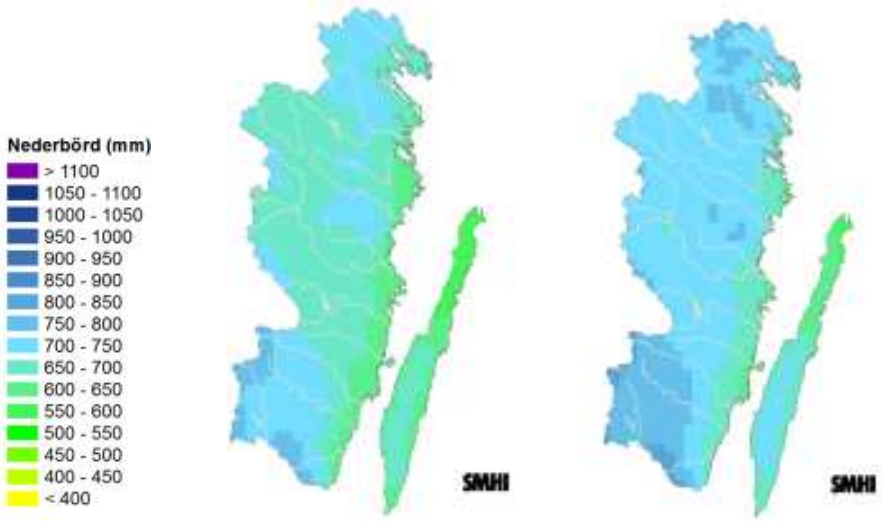
Under den här perioden ökar medelnederbörden med cirka 10 procent.

År 2041–2070

Fram till mitten av seklet förväntas medelnederbörden inte öka i det lägre klimatscenariot utan ligger kvar på cirka 44 millimeter per månad. I RCP 8,5 förväntas dock medelnederbörden öka något till cirka 45,5 millimeter per månad.

År 2071–2100

Medelnederbörden förväntas öka i båda klimatscenarierna till slutet av seklet till mellan 46 och 48 millimeter per månad.



RCP 4,5 RCP 8,5

Beräknad årsmedelnederbörd hela länet 2069–2098 i de olika RCP modellerna. Scenariemodellering från rapporten Klimatologi nr 26 SMHI, Framtidsklimat i Kalmar län. Karta: SMHI (smhi.se)

Skyfall och intensiv nederbörd

Med skyfall avses intensivt regn, det vill säga stora regnmängder under en kortare tid. SMHI definierar skyfall som ”minst 50 millimeter nederbörd på en timme eller minst 1 millimeter på en minut”. Men även mindre regnmängder kan få konsekvenser förknippade med skyfall. Statistik för skyfall kan beräknas utifrån regnmängder med olika varaktigheter, nämligen hur stor nederbördsmängd som faller under olika definierade tidsperioder. Eftersom skyfall är kortvarigt är det varaktigheter upp till 12 timmar som är av störst intresse. Även återkomsttid är intressant då det säger något om hur vanligt eller ovanligt ett skyfall är. En återkomsttid på 100 år innebär att en viss regnmängd med en viss varaktighet inträffar i genomsnitt en gång på 100 år.

I Sverige ser vi de intensivaste skyfallen i sydvästra Sverige följt av sydöstra Sverige och därefter mellersta Sverige. Lägst värden är det i norra Sverige. Skillnaderna hör ihop med högre förekomst av varma och fuktiga luftmassor, och därmed ökade förutsättningar för intensiv nederbörd, i södra delen av landet jämfört med i norr.

Omfattande och skadebringande regn i Sverige uppkommer i anslutning till långsamma fronter, som åtskiljer mycket varm och fuktig luft från kyligare och torrare luft. Längs fronterna i dessa områden bildas regnområden med ökande vindar. Området med regn ökar också i storlek medan regnintensiteten i stället ofta börjar avta. Sommartid kan även mer lokala men intensiva åskskurar också ge mycket stora regnmängder.

På sikt förväntas extrema skyfall bli allt vanligare. I slutet av seklet kan antalet dygn med tydlig översvämningsrisk till följd av skyfall uppgå till cirka

4 dygn per år. Det är ungefär dubbelt så många som i dag. Det ställer ökade krav på avvattningssystem med vägtrummor, brunnar, diken och dräneringsledningar som behöver klara en större belastning. För att fördröja vatten vid skyfall bör det finnas planering för avledning av vatten till fördröjningsytor samt permeabla ytor med naturlig infiltration som kan ta emot stora regnmängder på kort tid.

Dygn med kraftig nederbörd

Indikatorn är ett mått på antalet dygn per år eller säsong då nederbörden är större än 10 millimeter per dygn. Antalet dygn med kraftig nederbörd väntas öka i hela landet sett över året, men det finns skillnader mellan olika län och olika årstider. Indikatorn är ett mått på förekomsten av stora regnmängder som kan leda till översvämningar.

År 1971 – 2000

Under perioden hade Kalmar län drygt 12 dygn per år med kraftig nederbörd.

År 2011–2040

Under perioden ökar antalet dygn med kraftig nederbörd något, från 13,5 till 14 dygn per år. Det innebär en ökning med cirka 0,5 dygn per år.

År 2041–2070

Tendensen med ökad långvarig nederbörd förstärks fram till år 2050 med ungefär 10 procent. Det är framför allt de norra delarna av Kalmar läns fastland som får mest regn. Beräkningarna visar framför allt ökad nederbörd under vintern, men med fortsatt stor variation mellan åren. Totalt sett mellan 14,6 och 15,2 dygn per år.

År 2071–2100

Fram till slutet av seklet så har tendenserna ytterligare förstärkts med både längre och kraftigare långtidsnederbörd som kraftigare skyfall. I slutet av seklet förväntas dygn med kraftig nederbörden ha ökat till mellan 15,7 och 16,7 dygn i RCP 8,5. Vissa år kan få betydligt fler dygn med kraftig nederbörd.

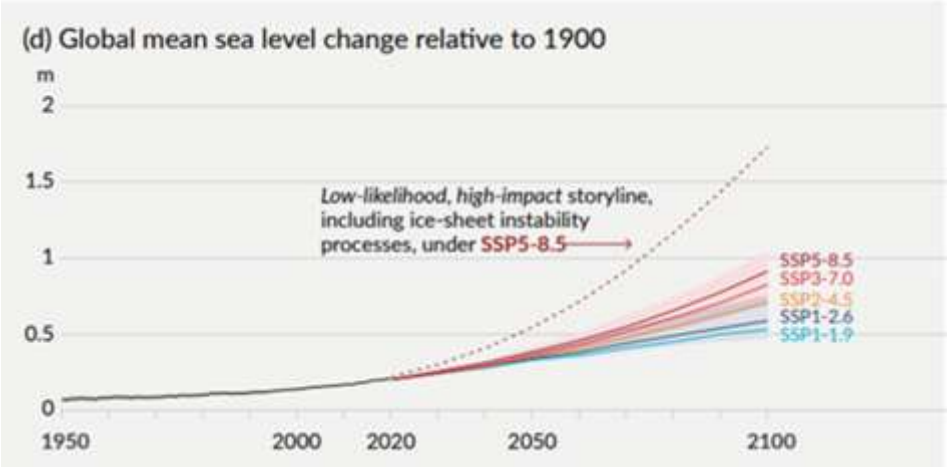
Översvämning vid sjöar och vattendrag

I båda klimatmodellerna förväntas översvämningsriskerna öka utifrån fler dygn med kraftig nederbörd och extrem nederbörd. Myndigheten för civilt försvar (MCF) har tagit fram kartor för de mest översvämningskänsliga vattendragen i Sverige i en översvämningsportal på myndighetens hemsida. I portalen kan man se karteringar för översvämningsrisker för länets större vattendrag Stångån, Silverån, Emån och Lyckebyån med flödesmätningar och utbredningskartor från 100 års flöden till beräknat högsta flöde.

Översvämning från havet

Havsnivåhöjningen innebär att nya landområden hamnar under vatten men även att de extrema nivåerna blir högre i samband med stormar. De pågående klimatförändringarna medför bland annat att medelvattenståndet i havet stiger samt att takten för havsnivåhöjningarna kraftigt överstiger landhöjningen.

Ett varmare klimat gör att isarna vid Antarktis och Grönland smälter i en allt snabbare takt med stigande havsnivåer som följd. Men det är inte enbart smältande isar som bidrar till havsnivåhöjningar. En annan viktig anledning är att varmt vatten tar större plats än kallt vatten, så kallad termisk expansion.



Globala havsnivåhöjning utifrån olika klimatscenarier. Källa: IPCC, figur 9.27 (ipcc.ch)

Havsnivån förväntas fortsätta stiga under lång tid. Hur mycket och snabbt havet stiger avgörs av hur väl vi lyckas begränsa utsläppen av växthusgaser. Klimatforskare menar att havet kan stiga med upp till 1,10 meter fram till år 2100. Men det finns modellberäkningar om både lägre som högre nivåhöjningar. Men havsnivåerna förväntas stiga under flera hundra år även om vi lyckas begränsa våra utsläpp.

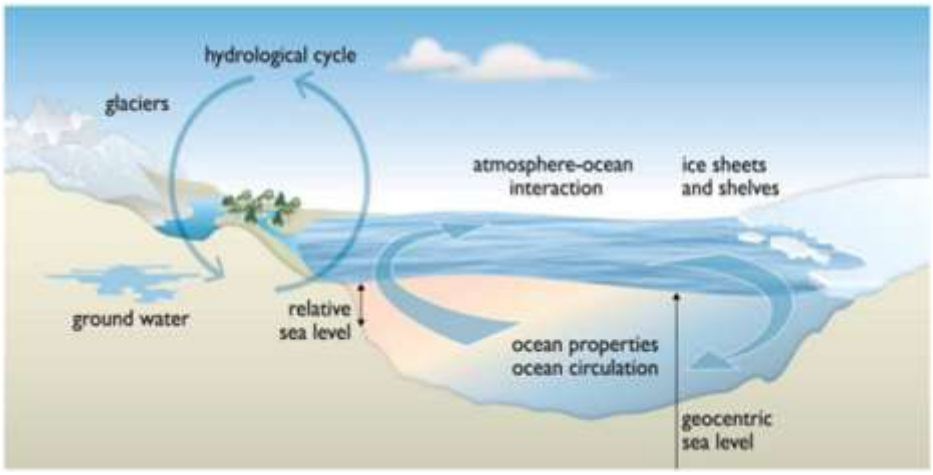
I Sverige har vi en landhöjning som till viss del motverkar havsnivåhöjningarna. I Kalmar län beräknas landhöjningen under 100 år till mellan 16 centimeter i söder och 20 centimeter i norr. När medelvattenståndet stiger höjs utgångsnivån för de högvattenhändelser som orsakar översvämningar. Detta gör att havet når ännu längre upp på land jämfört med idag vid samma väder. Det innebär att de tillfälliga översvämningarna som förekommer i dag kan bli både vanligare och mer omfattande i framtiden.

Trots att havsnivån förväntas höjas med en dryg meter så är det stort tryck på att bygga så strandnära som möjligt. Havsnivåhöjningen innebär en stor utmaning för fysisk planering. Både vad gäller att skydda befintliga värden som att planera för ny bebyggelse på ett sätt som inte skapar ytterligare

risker och sårbarheter. Ofta finns det vattendrag i närhet till tätorter som kan skapa en kombination av översvämningsrisker från både vattendrag som hav.

Redan idag finns det översvämningsrisker längs kusterna utifrån extrema högvattensituationer där det framför allt är de kortvariga variationerna som är viktiga. De drivs av storskaliga lågtryck och högtryck. Extrema havsvattenstånd är relativt kortvariga och varar oftast endast i några timmar. Vinduppstuvning i grunda vikar och våguppstuvning kan göra att de extrema nivåerna lokalt kan förstärkas så att vattenståndet blir högre.

Höjda havsnivåer innebär även risker för saltvatteninträngning som kan förorena grundvatten. En spridning av föroreningar kan också ske om förorenade miljöer översvämmas. För djur och växter som är knutna till strandängar och kustmiljöer kan stigande havsnivåer också innebära ett hot. Hävdade strandängar gränsar ofta mot vägar, bebyggelse och åkrar. Möjligheten för hävdgynnade arter att expandera in mot land i takt med stigande havsnivåer blockeras därmed. På östra Öland finns vidsträckta strandängar med extremt höga natur och kulturvärden, som på sikt helt eller delvis riskerar att hamna under vatten.



Komponenter som påverkar vattenståndet. Källa: IPCC AR5, figur 13.1 (ipcc.ch).

Snö

Snödjupet beskrivs med antalet millimeter snön skulle uppta då den smälts till vatten. Det maximala snövatteninnehållet anger medelvärdet av det högsta värdet för varje år. Analysen har utgått från snövatteninnehållet i Kalmar läns kustområden.

År 1971–2000

Under perioden var det modellerade maximala snövatteninnehållet 39,7 millimeter för hela året.

År 2001–2040

Fram till år 2040 beräknas snövatteninnehållet minska med mellan 19,0 och 26,3 procent beroende på klimatmodellering.

År 2041–2070

Den beräknade snömängden minskar ytterligare under denna period med mellan 39,7 och 49,6 procent.

År 2071–2100

Fram till den sista referensperioden i detta sekel har snömängden minskat ytterligare till mellan 47,5 och 76,5 procent. Helt gröna vintrar förväntas bli allt vanligare, men en del snömängder beräknas ändå komma under ett normalår. För de inre delarna av Kalmar län som exempelvis Stångåns avvattningsområde ser vi ett något högre snövatteninnehåll i alla referensperioder samt en något lägre avsmältningsminskning.

Snökanon

Kraftiga snöoväder kallas snökanon, snösmocka eller fåk. I ett varmare klimat ökar risken för snökanoner med vindar från sydost eller öst i takt med att havsvattnet blir varmare. Snökanon är ett väderfenomen som kan uppstå i kustområden och orsaka kraftigt snöfall.



Snökanon. Källa: SMHI smhi.se

Fenomenet uppstår när en stor mängd kalla luftströmmar ut över ett öppet hav som fortfarande håller relativt hög temperatur. Kombinationen riktigt kall luft och relativt varmt havsvatten gör att det uppstår stora vertikala luftrörelser. Resultatet blir att kraftiga snöbyar bildas i stråk i vindens riktning. Ju längre sträcka luften rör sig över öppet vatten, desto kraftigare

kan snöbyarna bli. När snöbyarna når land kan de förstärkas ytterligare och ge stora mängder snö på kort tid.

Med vindens hjälp förs snöfallet vidare över land där det förstärks. En snökanon kan ge ifrån sig mycket stora snömängder på kort tid och snön faller ofta i stråk längs med vindriktningen. I länet är sträckan mellan Västervik och Mönsterås särskilt utsatt och så såklart på Öland där fenomenet går under namnet fåk.

Vid en fåk ansamlas snön i enorma snödrivor längs vägar och bebyggelse med hårt packad snö, medan marken är nästan bar ute på åkrar och alvar. På Öland finns många gamla historier om människor som gått vilse och frusit ihjäl. Det finns berättelser om hästslädar som kört rakt ut på isen i stället för in mot land. Vid en fåk kan vinden vara så stark att snön yr horisontellt och sikten blir mycket dålig – allt omkring kan upplevas som vitt.

Torka och vattenbrist

Kalmar län har mycket skogs- och jordbruk. Öland och sydöstra delarna av länet står för en viktig del av hela Sveriges jordbruksproduktion. Därför är torka en av de största klimatutmaningarna i Kalmar län.

Kalmar län har normalt sett lite nederbörd. Länet ligger i regnskugga från småländska höglandet och är ett av de regnfattigaste områdena i Sverige. Torka med låga vattennivåer i de mindre vattenmagasinen har blivit ett näst intill årligt återkommande problem. Det har även blivit allt vanligare med låga nivåer i de stora vattenmagasinen.

För växtproduktionen är det framför allt ett underskott i markvattenzonen som medför vattenbrist för vegetationen, så kallad markytetorka. Den beror på att det vatten som finns i den omättade zonen ovan grundvattenytan snabbare minskar under växtsäsongen. Om markvattenunderskottet är stort, uppstår vattenbrist för vegetationen och vid regn måste då marken först fyllas på innan effekten av regnet märks i grundvatten och vattendrag. Markytetorkan innebär även ökade brandrisker med längre och intensivare brandsäsonger.

För naturen har en återkommande torka stor påverkan. Våtmarker och bäckar torkar tidigt ut vilket först påverkar groddjur, fiskar och andra fuktkrävande arter. Även arter i torra miljöer påverkas tidigt. Träd som växer på hällmarker kan dö under torrår. Många insektsarter drabbas också hårt av torka då många arter är beroende av vissa fuktighetsförhållanden i larv och puppstadiet. Hela ekosystem kan därför drabbas hårt vid återkommande torka.

Varför ökar risken för torka

Ett varmare klimat gör att gröna vintrar blir allt vanligare. Utebliven snösmältning innebär att nederbörden vintertid i stället kommer som regn som via vattendrag och över mättade marker rinner ut i Östersjön och tar med sig näringsämnen från bara åkrar.

På våren startar vegetationsperioderna tidigare. Med ökade temperaturer ökar även avdunstningen under sommaren. Sammantaget är det många faktorer som medför lägre grundvattennivåer i framför allt de mindre vattenmagasinen.

En längre vegetationsperiod möjliggör också ett intensivare jordbruk som potentiellt också har ett större behov av vattenförsörjning vilket ytterligare ökar risken för att vattenbrist uppstår. Över året kommer markfuktigheten fortsätta att minska i länet, med störst minskning under sommaren.
Störst utmaning gällande vattenbrist kommer det fortsatt bli på Öland och längs kusten. Klimatprognoserna visar att problemen kommer öka på sikt och bli än värre i framtiden. Störst förändringar av torka och låg markfuktighet ses i slutet på seklet.



Källa: SMHI (smhi.se)

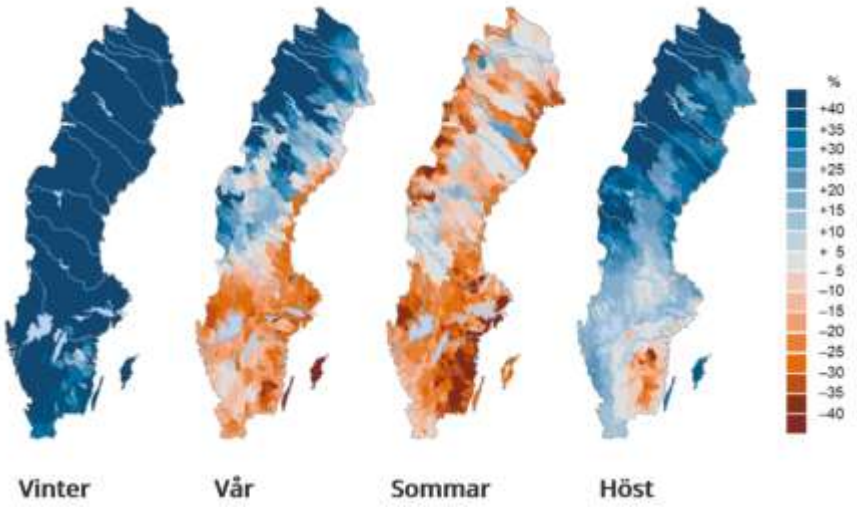
Staplarna i diagrammet visar summerad nederbörd per år. Gröna staplar visar högre och orangea visar lägre nederbörd än medelvärdet för normalperioden 1961–1990. Den grå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär 10 år. Observationer innan 1933 anses ha lägre tillförlitlighet än senare observationer, vilket markeras med grå skuggning i diagrammet.

Grundvatten

Sveriges geologiska undersökning (SGU) mäter grundvattennivåer i Sverige och på deras hemsida kan man se aktuella grundvattennivåer.
Grundvattenmagasin brukar delas upp i stora och små magasin. Stora magasin finns ofta i större sand och grusavlagringar som i rullstensåsar.
Förändrad nederbörd och högre temperaturer leder till förändrade grundvattenförhållanden i Sverige. SGU:s mätningar visar att grundvattnets temperatur har ökat med ungefär 1,5 °C sedan 1970-talet.
Nybildning av grundvatten sker framför allt genom nederbörd i form av regn eller smältvatten. I Kalmar län har vi under senare år sett låga

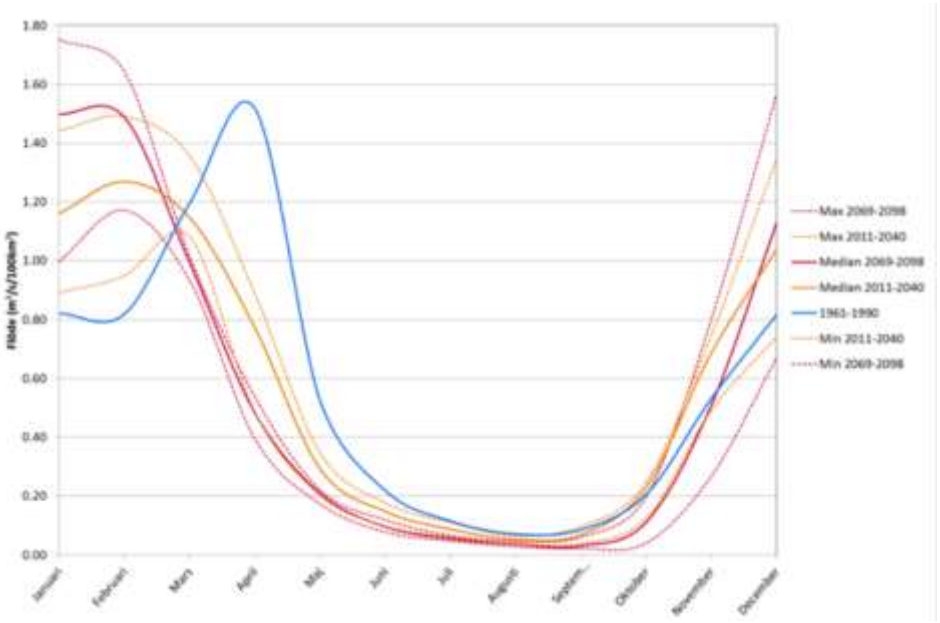
grundvattennivåer både i de små som stora vattenmagasinen. En orsak är att vi har fått varmare vintrar med liten eller ingen snösmältning. Smältvatten brukar normalt fylla på vattenmagasinen på våren. Under de senaste åren har vi i stället fått en ökad avrinning under vintern.

Kvalitetsproblem för dricksvatten förväntas öka med varmare temperaturer. Förändringar i grundvattnets temperatur påverkar olika processer i grundvattenzonen såsom olika minerals och gasers löslighet och nedbrytningen av organiska ämnen. I södra Sverige motsvarar grundvattnets medeltemperatur ungefär årsmedeltemperaturen i luften, torka tillsammans med ökade risker för översvämning medför att riskerna för mikrobiell förorening av vattentäkter. Vilket framför allt ställer krav på vattenverkens reningssteg och avloppshantering.



Avrinningsförändringar under olika årstider. Källa: Eklund *et al.* 2015.

Nederbördsmängderna väntas öka under alla årstider. Den största ökningen förväntas ske vintertid. Trots ökade regnmängder sett över hela året ser vi att vattentillgången förväntas minska under stora delar av året. I Kalmar län, som normalt är nederbördsfattigt jämfört med övriga Sverige, förväntas torkan hänga med långt in på hösten med ökade brandrisker och stor påverkan på natur och jordbruk.



Flödenas säsongsvariation Kalmar län. Källa: DHI (dhigroup.com).

En bild från DHI:s rapport *Uppdatering av klimatanalys för Kalmar län* (2012) visar beräknade månadsmedelflöden för länets inland under perioderna 1961–1990, 2011–2040 och 2069–2098. Beräkningarna bygger på åtta olika hydrologiska modeller. Heldragna linjer avser medianvärdet och streckade linjer avser min och maxvärden. Den blå linjen som visar flöden 1961–1990 visar på höga flödesnivåer under mars–maj, det vill säga snösmältning. De höga flödesnivåerna förskjuts med klimatförändringarna över tid till januari–februari.

Brist i vattenförsörjningen

	Kalmar län		**Sverige**	
Sektor	Miljoner m³	Procent, %	Miljoner m³	Procent, %
Hushåll	13,5	23	569	19
Jordbruk	11,3	19	102	3
Industri	28	48	2 097	68
Övrig användning	5,6	10	306	10

Tabell med statistik över sötvattenanvändningen i Kalmar län och Sverige år 2020 från SCB (scb.se).

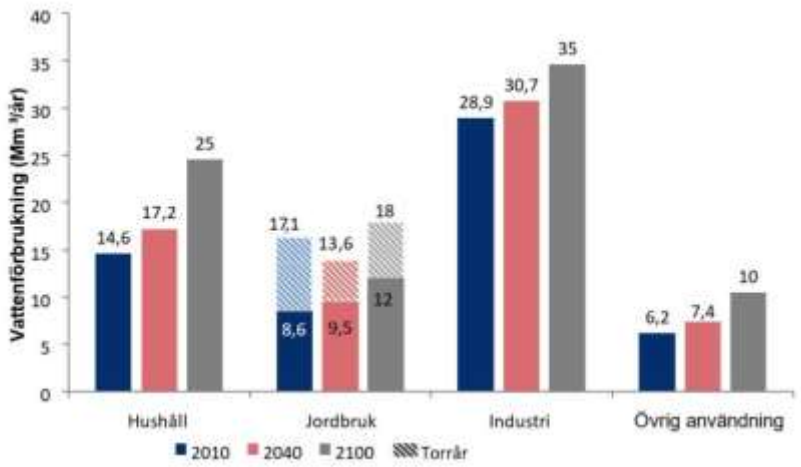
Riskbild i länet

Kalmar län hör till den del i Sverige som har drabbats hårdast av torka och vattenbrist under de senaste decennierna. Förutsättningarna för dricksvattenförsörjning i länet är tidvis dålig på grund av begränsad grundvattenbildning och låga ytvattenflöden.

Kalmar läns naturliga förutsättningar gör att vattenförsörjningen redan är en utmaning. Länet ligger i regnskugga bakom det småländska höglandet och har ont om stora grundvattenmagasin och sjöar. Risken för vattenbrist och torka är därmed en stor utmaning och problemen förväntas öka i takt med klimatförändringarna.

Den kommunala vattenförsörjningen i länet baseras i hög grad på grundvattentäkter sjöar och vattendrag. Emån hör störst teoretisk uttagsmöjlighet av samtliga vattensystem. Under torrår, som 2018, minskar möjligheten att ta ut vatten från sjöar och vattendrag kraftigt.

Industrin är den sektor som använder mest sötvatten i länet. År 2020 stod den för 48 procent av sötvattenanvändningen i länet. Under senare år har vattenbehovet inom industrin minskat något vilket kan bero på effektivare vattenanvändning.



Vattenförbrukning per sektor enligt en prognos som fanns med i vattenförsörjningsplanen från 2013. Källa: Länsstyrelsen Kalmar län (lansstyrelsen.se/kalmar).

Den i särklass största delen av industrins vatten kommer från egna ytvattentäkter, cirka 83 procent. Industrin är också den enda sektor som använder havsvatten i någon större omfattning. I Kalmar län är det vattenuttagen från enskilda ytvattentäkter som dominerar. Massa-, papper- och pappersvaruindustrin är den bransch med i särklass störst uttag och vattenanvändning. Även industrin för tillverkning av kemikalier och kemiska produkter samt stål- och metallverk använder mycket vatten.

Hushållen står för ungefär 23 procent av vattenförbrukningen. I Kalmar län använder varje person i genomsnitt cirka 140 liter dricksvatten per dag. Vattenförbrukningen varierar inom länet. Befolkningstätheten är störst längs med kusten. Dessutom lockar många kustkommunerna många turister sommartid vilket också ökar vattenkonsumtionen.

Jordbruket i länet står för cirka 19 procent av länets totala vattenkonsumtion. Snittet för vattenförbrukningen inom jordbruket i Sverige som helhet är endast 3 procent. Jordbrukets vattenanvändning

består av två huvudsakliga delar, bevattning av grödor samt dricksvatten till husdjur. Bevattning av grödor utgör den största andelen av jordbrukets vattenanvändning. Det är bara Skåne län som använder mer bevattningsvatten än Kalmar. År 2020 gick cirka 75 procent av vattenanvändningen till bevattning och resterande 25 procent till djurens dricksvatten. I framtiden beräknas vattenbehovet inom jordbruket öka för såväl djurhållning som bevattning.



Satellitbilder över delar östra Kalmar län och Öland från sommaren 2017 (till vänster) och mycket torra sommaren 2018 (till höger). Foto: Rymdstyrelsen/ Copernicus Sentinel data 2017 och 2018 for Sentinel data/Google

Vattenkvalitet

Punktlistan presenterar några möjliga tänkbara konsekvenser relaterade till vattenkvaliteten i ett framtida klimat:

- Högre temperatur kan ge en förändrad vattenkvalitet, bland annat genom att både den kemiska vittringen och den mikrobiella aktiviteten brukar öka med stigande temperatur.
- En förändrad grundvattennivå kan ge ändrade oxidationsförhållanden, vilket kan påverka utlakning och lösning av olika ämnen, och därmed en förändrad vattenkvalitet.
- En förändrad grundvattenkvantitet kan ge förändrade grundvattenflöden och därmed förändrad vattenkvalitet i till exempel en brunn.
- Extremt höga grundvattennivåer kan ge översvämningar och inflöde av grundvatten med en sämre kvalitet till brunnar.
- En minskad grundvattenkvantitet kan öka risken för saltvatteninträngningar i brunnar, både i kustnära områden och områden med saltare grundvatten på större djup.
- En förändrad vattenkvalitet kan medföra utökat behov av vattenrening.

Dygn med låg markfuktighet

Klimatindikator som visar dygn med låg markfuktighet per avrinningsområden. Markfuktigheten anger mättnadsgraden i rotzonen, med fältkapacitet som referens (100 procent mättnad). I Kalmar län har vi granskat Stångåns avrinningsområde och Kalmar läns kustområde vad gäller antalet dygn med en markfuktighet med en mättnadsgrad under 50 procent. Båda områdena har i dagsläget cirka 20 dygn per år, något fler för Stångån. Till slutet av seklet förväntas antalet dygn med låg mättnadsgrad ha ökat till mellan 42 och 60 dygn för båda systemen.

Ras och skred

Skred och ras är exempel på snabba rörelser i jord eller berg som kan orsaka stora skador dels på mark och byggnader inom det drabbade området, dels inom nedanförliggande markområden där massorna hamnar. I denna analys har vi granskat MCF:s översiktliga stabilitetskartering för Kalmar län som redovisar områden med förutsättningar för skred och ras. I Kalmar län finns rasriskområden i låglänta leromården i Västerviks kommun samt i anslutning till vattendrag. För dessa områden behövs mer detaljerade utredningar. Det kan även finnas risker för ras och skred inom andra områden som inte är bebyggda, eftersom MCF:s kartering är begränsad till befintlig bebyggelse.

Förändrade nederbördsförhållanden kommer att påverka yt- och grundvattennivåer, portryck i marken samt vattenföring och vattennivåer i vattendragen. Samtliga dessa förändringar kan var för sig eller i kombination försämra säkerheten mot stabilitetsbrott.

Ras och skredriskerna är störst i lutande terräng samt i närheten till vatten på ler- och siltjordar. En generell studie som SGI gjort i Gävleborgs län visar att det är rimligt att anta förändrade nederbördsförhållanden ger en försämring av säkerheten på mellan 5 och 30 procent. Det betyder att områden som idag anses vara stabila, utifrån de rekommendationer som finns, kan behöva åtgärdas om samma säkerhetsnivå ska gälla.

Erosion

Erosion är nednötning och borttransport av jord och berg i landskapet som orsakas av bland annat rinnande vatten, vågor, vind och is. Det är en ständigt pågående naturlig förändringsprocess som formar vårt landskap.

Kusterosion orsakas av vattnets ständigt pågående rörelse som bearbetar stränder och bottnar. Kraftiga stormar kan påskynda erosionsförlopp. Erosion kan även orsakas eller påskyndas av mänsklig påverkan genom till exempel fartygstrafik eller avledning av dagvatten. I Kalmar län förekommer kusterosion framför allt längs Ölands kuster samt längs kusterna på fastlandsdelen från Torsås upp till och med Mönsterås.

Stränder i dessa områden förväntas drabbas av ökade erosionsrisker i samband med att havsnivåerna stiger. Stränder längs med vattendrag kan också erodera och dra med sig sediment, grenar med mera och ändra strömförhållanden i vattendrag.

I dagsläget är det främst de öländska kusterna som är utsatta för stranderosion både vad gäller sandkusten på norra Ölands östkust som klintkusten på nordvästra Öland. Det finns även mindre områden med sandkust längs fastlandskusten, speciellt längs kusterna i Kalmar och Mönsterås kommuner.

De största problemen med stranderosion i dagsläget finns längs Ölands sydvästkust. Stormar har under senare år eroderat stränderna vid bland annat vid södra bruket i Degerhamn och längs Sandbergen vid Haga park. Fram till mitten av seklet förväntas ökade flöden i vattendrag, höjd havsnivå och ändrad markanvändning ge ökad risk för erosion och sedimenttransport. Risker som till slutet av seklet har ökat. Med stigande havsnivåer ökar riskerna för erosion längs med stora delar av kuststräckan i Kalmar län. Områden med grov- och finsand längs kusten, särskilt i södra Kalmar län upp till Oskarshamn och på Öland, får ökad risk för erosion. För Oskarshamn och Västerviks kommuner, där stränderna ofta utgörs av urberg, finns ökade erosionsrisker inne i vikar samt i skyddade lägen.



Erosionsbrant vid Sandbergen, Mörbylånga kommun. Foto: Lars Ljungström.

Brand

Skogsbränder inträffar vanligen i maj–juli. Risken för skogsbrand beror på väder samt de naturgivna förutsättningarna på platsen. Generellt sett löper

barrskog större risk att drabbas av bränder än lövskog. I lövskog är träden fuktigare än i barrskog och därför är det huvudsakligen endast markvegetationen som brinner där.

Med ett varmare klimat ökar högriskperioderna för bränder. Dessa perioder blir både intensivare med en högre brandrisknivå som med en längre säsong.

MCF och SMHI har gemensamt tagit fram en app som heter *Brandrisk skog och mark* (smhi.se). För privatpersoner finns appen *Brandrisk ute* (mcf.se) som håller koll på aktuell brandrisk i skog och mark.

Högriskperioder

Under referensperioden (1971–2000) varade högrisksäsongen för bränder i sydöstra Sverige i knappt två månader. Den började vanligtvis i slutet av maj och pågick till slutet av juli eller början av augusti.

Idag och i framtida projektioner syns bara svaga tecken på att högrisksäsongen börjar tidigare. Det beror troligen på att klimatmodellerna visar på ökad nederbörd i framtiden.

Högrisksäsongens slut visar däremot ett tydligt skifte mot ett senare avslut, särskilt mot slutet av århundradet och för det kraftigare utsläppsscenariot RCP 8.5, med en förskjutning på ett par veckor.

Sammantaget visar det att högrisksäsongen har ökat med cirka en vecka under perioden 2011–2040 i kustlandskapet. Mot mitten av århundradet ökar säsongen med en till två veckor även längre in i landet, inklusive hela Götaland. En särskilt tydlig förlängning syns längs östra kustlandet, med den största förändringen i sydöstra Sverige, där säsongen blir närmare en månad längre.

Under första halvan av århundradet ligger förändringarna generellt inom den naturliga variabiliteten, det vill säga de går inte tydligt att skilja från det historiska klimatet. Från mitten av århundradet blir förändringarna generellt mer robusta, med tydligast signaler för de högre utsläppsscenarierna och de södra landskapen. I slutet av århundradet skiljer sig utsläppsscenarierna tydligt åt. Brandrisken stabiliseras för scenarier med minskade utsläpp, medan det höga utsläppsscenariot (RCP 8.5) fortsätter att ge ökande brandrisker.

Övriga klimatindikatorer

Åska

Åska är en elektrisk urladdning i atmosfären. Den uppstår när varm, fuktig luft stiger från marken och bildar moln där den varma luften möter kall luft. Den globala uppvärmningen ökar antalet åskoväder på jorden. Därför kan

blixtfrekvensen också användas som ett mått på den globala uppvärmningen.

Forskning visar att varje grads uppvärmning medför 10 procent intensivare åskstormar. Fler blixtnedslag kommer främst att drabba områden som blir varmare och torrare. Ett ökat antal blixtnedslag och intensivare åskoväder medför fler och intensivare bränder. Torra somrar kan göra att bränder sprider sig snabbare och över större områden. Även om antalet åskoväder förväntas minska något i framtiden, förväntas antalet blixtnedslag öka markant. De åskoväder som uppstår förväntas därför bli allt intensivare.

Stormar

En storm är ett väderfenomen med kraftiga vindar, ofta över 20–25 meter per sekund. Stormar kan åtföljas av regn, snö, åska eller hagel och orsaka skador på natur och samhälle.

En storm definieras främst av vindhastigheten. I Sverige räknas vindar över 21 meter per sekund som storm. Vid 25 meter per sekund utfärdas ofta en klass 2-varning av SMHI. SMHI för statistik över historiska stormar. Stormarna förväntas vara oförändrade i ett förändrat klimat. Det går inte att påvisa att stormarna blir större eller vanligare i framtiden.

Svenska oväder, till exempel de klassiska höststormarna, påverkas av temperaturskillnaderna mellan norr och söder och blir kraftigare ju större skillnaderna är. Den globala uppvärmningen gör att temperaturen stiger snabbare i Arktis än längre söderut, närmare ekvatorn. Det leder på sikt till mindre temperaturskillnader och något färre eller svagare höststormar. Samtidigt kan de minskade temperaturskillnaderna leda till mer långvariga och oförutsägbara vädersituationer.

Enligt SMHI är risken för skador från framtida stormar ändå troligen mer kopplad till människors beteenden. Mildare och blötare vintrar ökar risken för stormskador på granplantager. Därmed kan risken för stormskador öka oavsett förändringar i vindklimatet.

Moln

Moln spelar en nyckelroll i det globala klimatet. De kan ha en kylande effekt genom att blockera solljus från att nå jorden eller en värmande effekt genom att hindra jordens värme från att lämna jorden. I vilken utsträckning moln har en värmande eller kylande effekt beror på faktorer som deras form, höjd över havet och vattenhalt. SMHI erbjuder molnstatistik och mätningar av moln över Sverige. Det går att få tillgång till historiska analysdata eftersom SMHI kontinuerligt samlar in observationer om moln, molnmängd och molnbas från sitt meteorologiska stationsnät.

Sammantaget har moln för närvarande en kylande effekt på jordens yta. De flesta nuvarande klimatmodeller tyder dock på att den kylande effekten kommer att minska i ett varmare klimat. Moln täcker 65–70 procent av vår planet och reglerar nederbörd, solstrålning, temperatur och jordens energibudget. Bara några procents förändring av den globala molnigheten kan antingen dämpa eller förstärka den globala klimatförändringen. När klimatet blir varmare kommer troligen molnens egenskaper att förändras, vilket kallas molnåterkoppling.

Moln påverkas av olika meteorologiska faktorer, som temperatur, fuktighet, vind och luftpartiklar. Molnutvecklingen påverkas av storskaliga rörelser i atmosfären, till exempel luftströmmar och temperaturvariationer. Sammantaget menar klimatforskare ändå att moln totalt sett förstärker den globala uppvärmningen.

Länkar och mer information:

SMHI klimatscenariotjänsten

Östersjöns havsmiljö i ett förändrat klimat

BEAR report (baltic.earth)

Framtidsklimat_i_Kalmar_Län_Klimatologi_nr_26

Meteorologi_143 Extrem nederbörd i Sverige under 1 till 30 dygn, 1900 - 2011 (1).pdf

Extrem nederbörd i Sverige under 1 till 30 dygn, 1900 - 2011

Klimatologi_47 Extremregn i nuvarande och framtida klimat Analyser av observationer och framtidsscenarier.pdf

Klimatologi_6 Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige.pdf

Översvämningar vid sjöar och vattendrag

Översvämning – stöd för det förebyggande arbetet

Översvämningsportalen

Sixth Assessment Report

Microsoft Word - Rapport_Områden där grundvattennivån är av särskild betydelse för vattenkvalitet_2007_20_klar.doc

Världsarvet Södra Ölands odlingslandskap | Länsstyrelsen Kalmar

Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Stigande havsnivåer och ökad översvämningsrisk: hur påverkar klimatförändringen Sveriges kuster? Forskning

Högvattenhändelser idag och i framtiden

Snökanoner från havet

Markfuktighet

Klimatunderlag för klimat- och sårbarhetsanalyser

Vegetationsperiod

Aktuella grundvattennivåer

Grundvatten

Grundvatten i framtida klimat – effekter för vattenförsörjningen

Högvattenhändelser idag och i framtiden

Regional vattenförsörjningsplan för Kalmar län 2024–2030
Översiktlig regional klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor

SGI Erosionsindex för vattendrag

MCF Ansökan om tillgång till Brandrisk skog och mark

Copernicus Fire Weather Index | Copernicus

MCF Brandriskprognoser och brandriskkartor

Lunds universitet Demografiska förändringar ökar hotet vid naturbränder | Lunds universitet

MCF Framtida brandrisk – förändringar i perioder av hög brandrisk enligt FWI-modellen

Fire EU Towards an Integrated Approach to Wildfire Risk Assessment: When, Where, What and How May the Landscapes Burn

Copernicus EFFIS - Welcome to EFFIS

SMHI Åska — SMHI

SMHI Stormskador i framtiden — SMHI

SMHI Bättre koll på molnigheten ska ge mer kunskap om hur klimatet förändras — SMHI

Klimateffekter, analys av utvalda system

Klimateffekter är den påverkan som klimatrelaterade händelser har på samhälle, människor och naturmiljöer. De kan vara både direkta och indirekta och ge upphov till kaskadeffekter. Analysen utgår från länsstyrelsens olika verksamheter och innehåller exempel på klimatförändringar, klimateffekter och, till viss del, möjliga anpassningsåtgärder.

Det är viktigt att komma ihåg att de olika systemen också påverkar varandra och i viss mån går in i varandra. Ett objekt kan tillhöra flera system. Exempelvis kan en verksamhet vara både samhällsviktig, till exempel för energiförsörjning eller avloppsrening, och samtidigt vara klassad som miljöfarlig verksamhet.

Fokus på vissa system

I den här versionen av klimat- och sårbarhetsanalysen har det lagts extra fokus på systemen byggd miljö och biologisk mångfald. Att klimatsäkra den byggda miljön och samhällsviktiga anläggningar berör i stort sett hela kommunens yta. Att både befintlig och nytillkommande bebyggelse omfattas av det behovet gör det än viktigare att beskriva hot, sårbarheter och åtgärdsbehov.

Systemområdet biologisk mångfald och skötsel av natur är ett område där åtgärdsbehoven är stora. Parallellt med IPCC finns IPBES som är den biologiska mångfaldens motsvarighet till FN:s klimatpanel. Tillsammans med förändrad markanvändning är klimatförändringar den största utmaningen för ekosystem och arter. Kalmar län har en rik natur som vi alla har ett ansvar att bevara och förvalta för framtiden.

Byggd miljö

Kalmar läns byggda miljö präglas av en rik och varierad arkitektur som speglar regionens historia och kulturella arv. Flertalet av städerna finns längs kusten eller vid sjöar och längs vattendrag. Det gör att en stor del av länets bebyggda miljöer ligger inom riskområden för översvämning.

För att ta hänsyn till klimatförändringar måste vi planera för tillräckliga säkerhetsmarginaler vid långsiktig fysisk planering. Det innebär att det måste finnas tillräckliga avstånd i både plan och höjd för att kunna hantera en ökad risk för till exempel översvämning eller erosion. Det innebär också att det skapas förutsättningar för en flexibel markanvändning, exempelvis genom att skapa utrymme och möjlighet att vidta åtgärder vid framtida

klimatförändringar. Det kan exempelvis innebära att det finns plats för en skyddsvall eller för att schakta av en slänt med otillfredsställande stabilitet.

För att undvika skador till följd av översvämning, erosion, skred och ras finns flera strategier att välja mellan, både för befintlig bebyggelse och för ny bebyggelse. Det handlar om att utifrån en bedömd riskbild och befintliga värden välja det alternativ som är mest lämpligt ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.



Kalmar tätort är ett utpekat riskområde enligt översvämningsförordningen.
Foto: Kennerth Kullman Mostphotos.

Temperatur

Längre värmeböljor som kommer allt oftare och med allt högre temperaturer kan skapa lokala värmeöar i urbana miljöer. I förtätade tätorter med många hårdgjorda ytor är lokala värmeöar ett problem. Städernas hårdgjorda ytor kyls av långsammare än naturliga ytor under eftermiddagen och kvällen och behåller därför värmen i högre utsträckning under natten.

Grönska med buskar och träd verkar svalkande. Tätorterna i Kalmar län visar stora lokala variationer inom städerna. En tydlig trend är att grönområden riskerar att byggas bort och försvinna vid förtätning, vilket kan öka risken för värmeöeffekter. Förtätning är oftast billigare att genomföra än att skapa nya bostadsområden. Därför kan det vara frestande att bygga bort grönområden. Men då har behovet av klimatanpassning inte vägts in.

Naturbaserade gröna och blå klimatanpassningsåtgärder för att skapa svalka i bebyggda miljöer är ofta förhållandevis billiga. Grönområden med framför allt många stora träd verkar svalkande. Att öka mängden vegetation är en av

de mest effektiva åtgärderna för att minska värmestress både dagtid och nattetid och därmed förbättra hälsan och välbefinnandet hos stadens invånare.

Det är mycket svårare att skapa utrymme för naturbaserade lösningar i befintliga miljöer än vid planering av nya bebyggelsemiljöer. Invånare i större tätorter, särskilt äldre, kroniskt sjuka och små barn, är extra utsatta vid värmeböljor på grund av det lokala klimat som tätorten och dess bebyggelse ger upphov till.

Att undvika förtätning och i stället behålla stadens grönytor med parker och träd nära bebyggelsen, i kombination med ljus bebyggelse av material med låg värmekapacitet, är viktigt för att minska värmestressen. I tätorter kan strålningstemperaturen lokalt också bli mycket hög på utsatta platser. Även mindre tätorter kan ha lokala värmeöar som är flera grader varmare än omgivningen.

Det finns mycket kunskap och underlag i form av karteringar och metoder för att kartlägga och analysera risker för värmeöeffekter i tätorter. Jämfört med klimatrelaterade risker för översvämning och skred finns dock inget tydligt lagstöd i plan- och bygglagen för hur ny bebyggelse ska anpassas till värmeböljor.

Grönplanering

Naturvårdsverket och Boverket har tagit fram en vägledning om hur kommuner kan arbeta med grönplanering. En grönplan är ett strategiskt dokument som visar hur kommunen och andra aktörer kan bevara och utveckla grönstrukturen och dess ekosystemtjänster i städer, samhällen och landskapet som helhet.

Genom grönplanen kan grönstrukturens många värden, funktioner och ekosystemtjänster synliggöras och analyseras. Behov av utveckling och bevarande kan också identifieras. Kommunen kan i grönplanen fatta beslut om målsättningar, strategier, ställningstaganden och riktlinjer för arbetet med grönplanering. Grönplanen är också ett viktigt underlag för översiktsplanen och den fysiska planeringen i stort. Grönplanens underlag, strukturbilder och förslag på åtgärder ger arbetet med grönplanering en tydlig riktning. Det gör att grönstrukturens värden bättre kan tas tillvara och integreras i fysisk planering, byggande och förvaltning. Grönplanen är därför en viktig del av en hållbar samhällsplanering och ett verktyg för att arbeta med miljömålen och Agenda 2030.



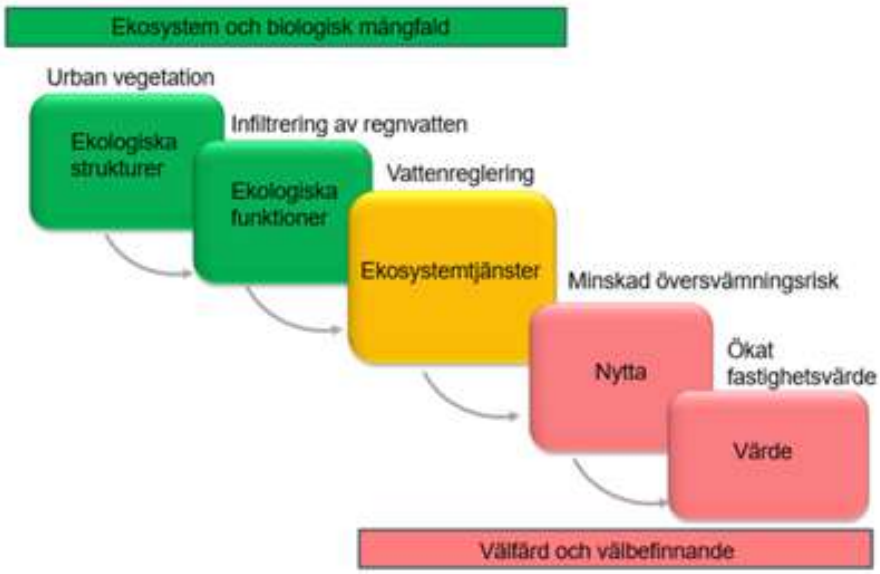
Grönstrukturen med sina ekosystemtjänster bidrar till att uppnå till flera av de globala hållbarhetsmålen i Agenda 2030. Illustration: Boverket (boverket.se).

Stora naturinslag bör vara norm i byggprojekt. Vilda arter bör främjas på ett direkt och mätbart sätt, så att all nybyggnation ger ett tydligt och positivt bidrag till naturens återhämtning. Sådan exploatering bör tillgodose behovet av livsmiljöer och skapa mer sammanhängande livsmiljöer för vilda arter. Den bör också skapa lättillgängliga grönområden med gemensamma ytor, till exempel odlingslotter, samt främja en effektiv vattenanvändning, minska föroreningar och bidra till klimatanpassning.

Ekosystemtjänster inom fysisk planering

Ekosystemtjänster delas in i fyra kategorier: försörjande, reglerande, kulturella och stödjande. När det gäller klimatanpassning är det framför allt de reglerande ekosystemtjänsterna man tänker på. Bilden nedan från Naturvårdsverket visar sambanden mellan ekosystemen och de nyttor och värden som vi människor får genom ekosystemtjänster. Grunden är ekosystem och biologisk mångfald.

Vid stadsplanering är det viktigt att också planera för ekosystemtjänster för att skapa robusta städer som står emot klimatförändringar. På köpet får man stadsmiljöer där människor mår bra.



Ekosystem och biologisk mångfald. Naturvårdsverket (naturvårdsverket.se)

Trots att ekosystemtjänster är en grundförutsättning för vår hälsa och välfärd tar vi inte alltid hänsyn till dem i beslut om mark- och vattenanvändning. Den biologiska mångfalden och ekosystemen påverkas på olika sätt av bland annat klimatförändringar, förändrad markanvändning och övernyttjande av arter genom jakt och fiske. Det innebär att ekosystemens förmåga att leverera de tjänster vi människor är beroende av försämras. Mer specifikt påverkas ekosystemtjänsterna bland annat av bebyggelse och transportinfrastruktur, inklusive fysisk planering, jord- och skogsbruk, invasiva arter, flygtrafik, vindkraft, industriområden, gruvor och täkter.

Människan kan delvis ersätta vissa ekosystemtjänster, men många är oersättliga. Flera alternativ till ekosystemtjänster som har utvecklats av människor har visat sig vara mindre effektiva och dessutom dyra. Ett exempel är konstruktioner som byggts för att skydda mot översvämningar vid kuster.

Många gröna klimatanpassningsåtgärder, som exempelvis gröna tak och väggar, kan även gynna pollinerare och den biologiska mångfalden i staden. Därför är det viktigt att planera med pollinatörsvänliga växter vid anläggning av olika typer av grönytor.

I parker och andra grönytor kan man skapa utrymme för många arter genom att anlägga ängar, dammar, bihotell, fruktträd, planteringar med mera. I stadsplaneringen är det viktigt att plantera blommande, inhemska träd och buskar, som exempelvis lind, kastanj, rönn, parkolvon och hagtorn.



Illustration: Co/city (cocity.se).

För att hjälpa pollinerare och skapa grönstrukturer i samhällen bör vi uppmuntra till ökad odling av grönsaker för husbehov. Att öka självförsörjningsgraden är en viktig aspekt, vilket MCF särskilt betonar. Odling för att ha mat i beredskap vid matbrist kallas beredskapsodling. Den ska vara enkel och ge en god skörd av energirika grödor. I städerna har koloniträdgårdar haft en historisk roll för matberedskapen under kriser.

Projektet C/O City har tagit fram skriften Gröna lösningar ger levande städer med exempel på ekosystemtjänster i stadsplaneringen. Här listas bland annat fem tips för ett framgångsrikt arbete med grönytefaktorn:

1. Förankra arbetet med grönytefaktorn tidigt i planeringen.
2. Skapa en arbetsgrupp med olika kompetenser och samverka genom hela processen.
3. Se till att driftperspektivet kommer in tidigt i planeringen.
4. Använd grönytefaktorn från början och genom hela den kreativa processen. Då kommer frågan om ekosystemtjänster in i varje planeringsskede och kan utvärderas och utvecklas.
5. Grönytefaktorn är ett verktyg som inte ersätter andra underlag, riktlinjer, lagar eller god planering.

Natur och bebyggelse, WUI

WUI står för Wildland Urban Interface och beskriver gränssnittet mellan natur och bebyggelse. Till skillnad från grönstrukturer i staden beskriver WUI gles bebyggelse i naturen. Det är en övergångszon där en byggd miljö möter eller blandas med en naturlig miljö och som har utvecklats genom mänsklig aktivitet. Området kan löpa större risk att drabbas av skogsbränder, zoonotiska sjukdomar samt förlust och fragmentering av livsmiljöer för växter och djur.

WUI-områden är attraktiva för bebyggelse, men kan medföra risker för både människor och ekosystem. Skogsbränder är ett särskilt hot. De orsakas ofta av mänsklig antändning och underlättas av förändrade brandregimer i brandberoende ekosystem. Byggnaderna kan också fungera som bränsle vid bränder. Tillsammans med snabbt framskridande bränder gör det det svårt att evakuera brandhärjade områden.

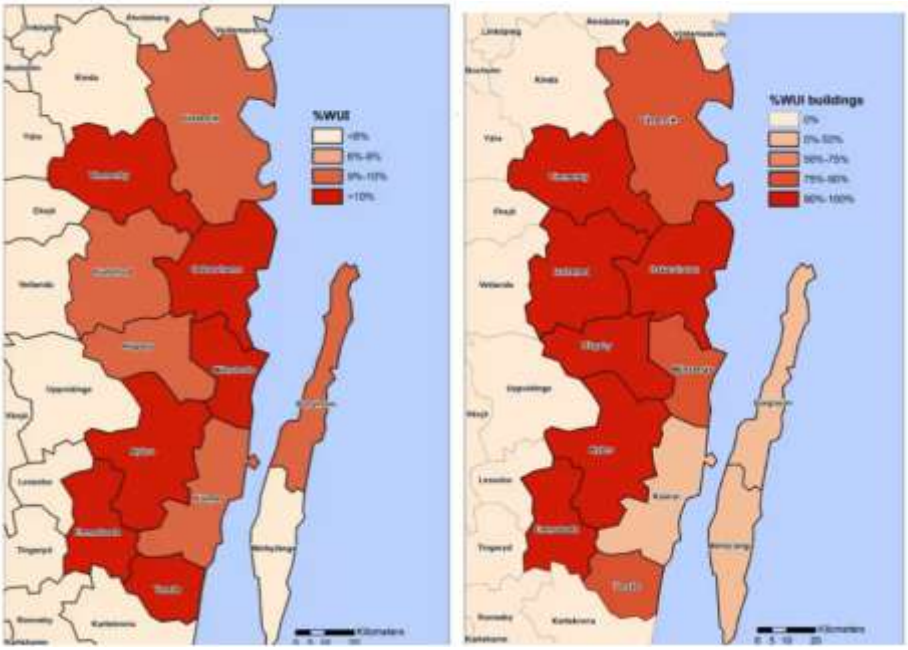
Antalet skogsbränder i WUI har ökat under de senaste decennierna till följd av både fler bostäder och klimatförändringar. För människor ökar även risken för zoonotiska sjukdomar. För naturmiljön ökar risken för förlust av biologisk mångfald och minskad koldioxidlagring till följd av förlust och fragmentering av livsmiljöer. I området ökar även predationen på vilda djur markant, framför allt från katter. Andra risker är ökade ljus- och bullerföroreningar, introduktion av invasiva arter samt förändringar av hydrologin.

Antalet byggnader och människor som exponeras i WUI förväntas öka i takt med att befolkningen växer. Med ett varmare klimat förväntas också riskerna för många av dessa faror öka, exempelvis genom högre frekvens och intensitet av skogsbränder.

WUI Kalmar län

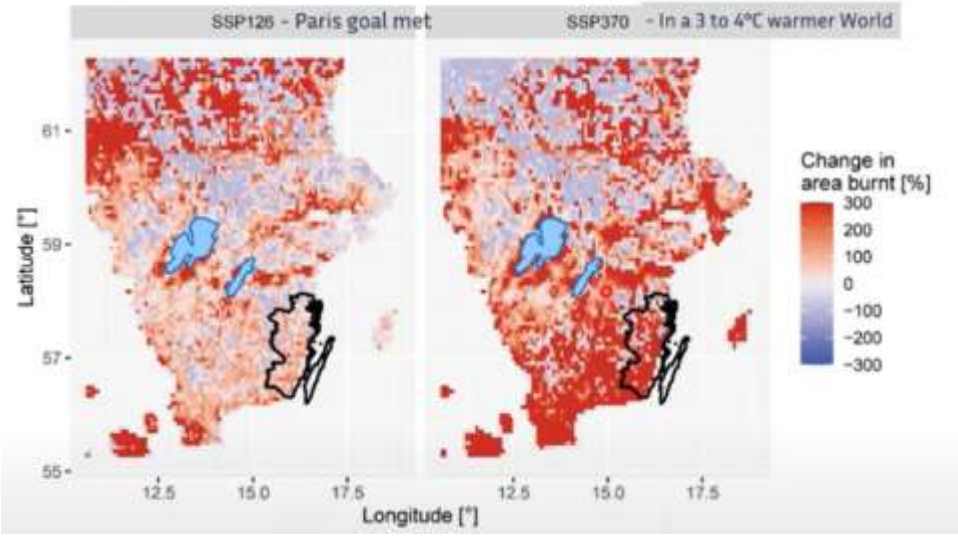
I EU-projektet FirEURisk var Kalmar län ett av 26 testområden i Europa för bedömning av framtida brandrisker. En undersökning av WUI visade att Kalmar län har ett högt WUI-värde. Snittet för länet är 10,2 procent, jämfört med 7,4 procent för Europa. Länets WUI-värde motsvarar nivåer som finns i exempelvis Kalifornien.

Det finns 236 136 byggnader inom WUI, vilket motsvarar 72,3 procent av alla byggnader i länet. Inom intermix WUI, som är områden med högre exponeringsrisk, finns 150 500 byggnader. Sex av kommunerna har mer än 90 procent av sina byggnader inom WUI.



WUI värden i Kalmar län. Bilder: Pilot sites - FirEUrisk

I ett varmare klimat ökar risken för skogsbränder i länet. Enligt IPCC kan den globala uppvärmningen nå omkring 2,8–3 °C till sekelskiftet. Det kan innebära en kraftigt ökad brandrisk, särskilt i södra och sydöstra Sverige. Brandrisken blir större än om den globala uppvärmningen begränsas till 2 °C i enlighet med Parisavtalet.



Bilder: Pilot sites - FirEUrisk



Byggnader som klarade sig vid skogsbranden i Västmanland. Foto: Anders Granström.

Exempel från branden i Västmanland. På bilden visas exempel på strukturer som gjorde att byggnaderna mitt i bilden klarade sig. Några faktorer som utredningen pekar på är en klippt gräsmatta, lövträd som skydd runt trädgården samt att inte ha buskar eller träd intill byggnaderna.

Det är viktigt att inte blanda ihop behovet av gröna och blå strukturer och grönska i stadsmiljöer med WUI. Det är två skilda saker. Till skillnad från grönstrukturer i staden beskriver WUI gles bebyggelse i naturen.

Marknära ozon

Solinstrålning, ökad temperatur och höga halter av luftföroreningar leder till ökad bildning av marknära ozon (Naturvårdsverket, 2023). Eftersom värmeböljor ofta sammanfaller med både hög solinstrålning, som bidrar till bildning av marknära ozon, och torka, som bidrar till höga halter av partiklar i luften, kan de negativa effekterna av värme och luftföroreningar förstärka varandra.

Dagvatten

Dagvatten är tillfälligt avrinnande vatten på markytan och kan till exempel komma från nederbörd, smältvatten eller tillfälligt framträngande grundvatten.

Dagvatten samlar lätt på sig föroreningar från vägar, tak eller grönytor där bekämpningsmedel används. Det finns även risk för näringsläckage om dagvattnet leds bort alltför snabbt. Enligt en enkät som Sveriges kommuner har svarat på renas endast omkring 8 procent av dagvattnet i tätbebyggda områden. Resterande 92 procent rinner orenat ut i vattendrag och sjöar.

Med ökad nederbörd riskerar även problemen med övergödning och föroreningar att öka.

Stora regnmängder kan lätt orsaka problem i tätbebyggda områden. Om dagvattensystemen inte kan hantera regnmängderna samlas vattnet i lågpunkter och kan orsaka stora skador på bebyggelse och infrastruktur. Med olika typer av lågpunkt- och markavrinningskartering kan man se vilka ytor som riskerar att översvämmas vid kraftig nederbörd. Det ger en överblick över vilka byggnader och samhällsfunktioner som är utsatta och var åtgärder behöver vidtas.

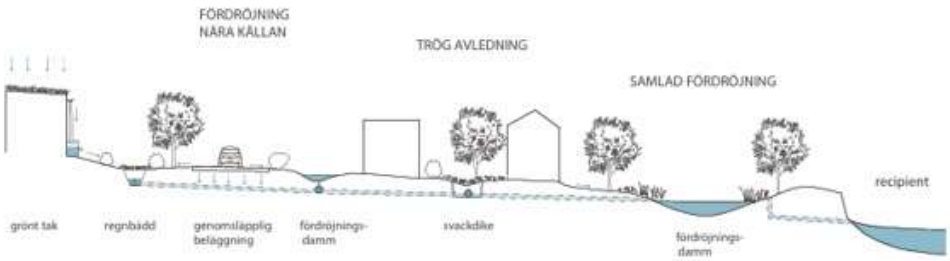
Öppna dagvattenlösningar

Smarta lösningar kan gynna ekosystemtjänster. Om flera olika lösningar kombineras kan effektiviteten öka.

Fördröjning nära källan: Ett dike i kombination med en större nedsänkt vegetationsyta, så kallad regnbädd, ger plats för blomrika planteringar och kan leda bort stora vattenmängder.

Trög avledning: Längre ner i området kan man anlägga svackdiken. De utformas som gräsbeklädda, skålformade diken med svag lutning. Där kan dagvatten från vägar och gator fördröjas och avledas långsammare.

Samlad fördröjning: Innan dagvattnet når recipienten kan man anlägga en fördröjningsdamm. Dammen kan bidra till ytterligare rening av dagvattnet. Samtidigt kan den förebygga översvämningar och minska risken för erosion.



Principskiss över dagvattnets avrinningskedja. Efter Svenskt vatten 2011. Illustration: Anna Lyth och Elise Eriksson.

Översvämningsrisker från skyfall

Vid prövning av planer ska markens lämplighet bedömas utifrån risken för översvämning vid skyfall. Om en kartering av ett 100-årsregn visar att det inte finns någon översvämningsrisk och den planerade markanvändningen inte förvärrar situationen i närliggande områden, kan marken bedömas som lämplig med hänsyn till skyfallsrisken.

Översvämningsrisken vid skyfall går aldrig helt att undvika. Som ett minimum bör ny sammanhållen bebyggelse och bebyggelse med samhällsviktig verksamhet planläggas så att den årliga sannolikheten för att

bebyggelsen tar skada vid en översvämning är mindre än 1 på 100. Både regnets intensitet och varaktighet påverkar den totala regnvolym som kan leda till översvämning. Effekten av ett förändrat klimat under bebyggelsens förväntade livslängd behöver beaktas. Klimatförändringen väntas påverka de mest extrema regnen. Ett regn som vi i dag betraktar som ett 100-årsregn kommer att inträffa oftare i framtiden. Om regnintensiteten exempelvis ökar med 25 procent kommer sannolikheten för det som vi i dag kallar ett 100-årsregn att fördubblas.

Vid skyfall är dagvattensystemets kapacitet mycket begränsad i förhållande till regnets intensitet och volym. Det gäller även markens infiltrationsförmåga, som ofta inte räcker till för att ta emot regnmängderna. Följden blir avrinning på markytan, vilket kan leda till översvämning. Beroende på var översvämningen inträffar kan den få allvarliga konsekvenser för exempelvis bebyggelse, infrastruktur och samhällsviktig verksamhet.

Naturbaserade lösningar för att hantera dagvatten, som regnbäddar, gröna tak och öppna dagvattendammar, är viktiga inslag i stadsmiljön. De kan bidra till att fördröja och hantera stora mängder dagvatten. Vid extrema skyfall räcker sådana lösningar däremot inte alltid till för att hantera de översvämningar som kan uppstå. Man behöver därför även planera för skyfallsstråk som leder vattnet till en park eller ett annat större grönområde som tål att översvämmas.

När städer förtätas minskar ytan där överskottsvatten kan hanteras, samtidigt som skyfallsproblemen kan förvärras. När nya områden bebyggs och marken hårdgörs påverkas vattnets flöden. Vattenbalansen förändras, ytavrinningen ökar, infiltrationen minskar och grundvattennivån sänks. Avrinningen går snabbare eftersom exploaterade områden har en stor andel hårdgjorda ytor. Därför rinner en stor del av årsnederbörden snabbt av från ett exploaterat område.

Även i befintliga bostadsområden i städer kan förtätning förvärra skyfallsproblemen. När nya områden bebyggs och marken hårdgörs minskar ytan där överskottsvatten kan hanteras.



Översvämning Ålem, Mönsterås kommun. Foto: Claus Kempe.

Dagvatten har sedan decennier letts bort i slutna ledningar med en given kapacitet, som oftast inte är dimensionerad för att hantera översvämningar. Ibland leds dagvattnet i samma ledningar som spillvattnet. Slutna ledningar innebär också att allt vatten måste tas om hand vid en utrinning, eftersom inget vatten försvinner längs vägen eller fördröjs. I stället blir belastningen på systemet ojämn vid stora nederbördsmängder, och avloppsreningsverken kan tvingas släppa ut orenat avloppsvatten. Konsekvenserna av skyfall kommer aldrig att kunna förebyggas fullt ut genom ökad kapacitet i ledningsnäten. Det skulle i de flesta fall vara praktiskt omöjligt och orimligt dyrt.

Lösningen för en skyfallstålig stad är att skapa ytor där översvämningar kan ske utan allvarliga konsekvenser och att höjdsätta marken så att vattnet leds rätt, med öppna ledningar där det är möjligt. Den största utmaningen är att säkra befintlig bebyggelse och infrastruktur, eftersom höjdsättningen redan är given. För ny bebyggelse finns större möjligheter.

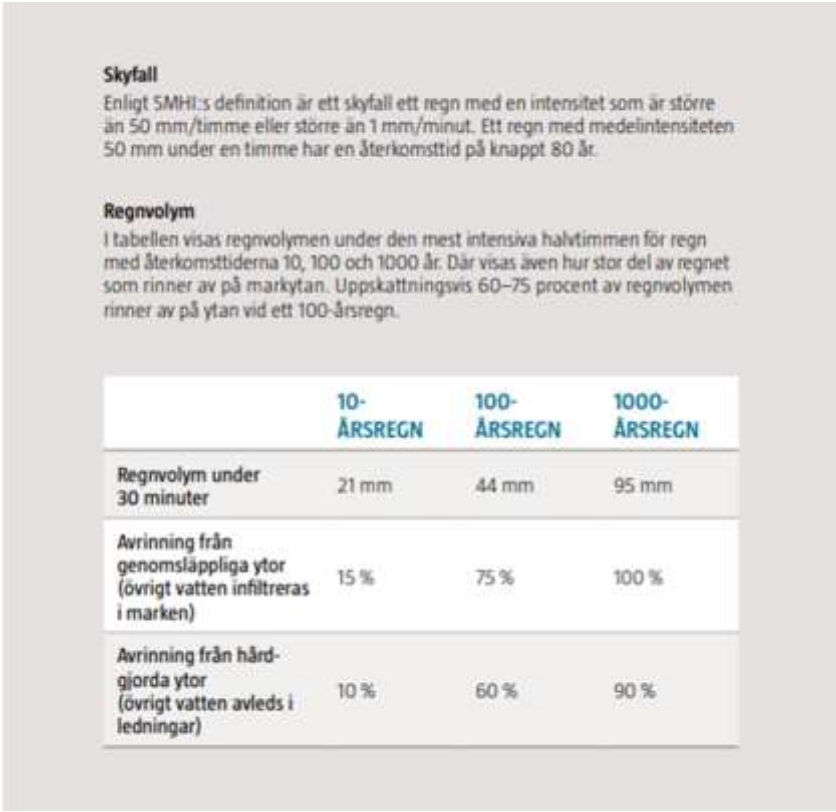
MCF har tagit fram en vägledning för skyfallskartering, *Vägledning för skyfallskartering: tips för genomförande och exempel på användning* (rib.msb.se). Inom ramen för översvämningsdirektivet har Myndigheten för civilt försvar identifierat områden i Sverige med betydande översvämningsrisk. När det gäller risken för översvämning vid skyfall finns Kalmar tätort med på listan.

Ny sammanhållen bebyggelse, större riskobjekt eller bebyggelse med samhällsviktig verksamhet bör lokaliseras till områden som inte hotas av översvämning. Även enstaka verksamheter eller industriområden som riskerar att orsaka stor miljöpåverkan vid översvämning bör lokaliseras till områden som inte hotas av översvämning.

Effekten av ett förändrat klimat under bebyggelsens förväntade livslängd behöver beaktas. På MCF:s webbplats (mcf.se) finns karteringar av översvämningsrisker för de större vattendragen i länet.

En ökad risk för skyfall i ett framtida klimat ställer krav på god samhällsplanering för att minska risker och sårbarheter i tätorter. Bebyggelse i lågpunkter kan behöva översvämningssäkras. Ett skyfall är inte geografiskt avgränsat utan kan inträffa var som helst. Anpassningsförmågan är ganska god eftersom det finns kunskap och vägledning om behov, nivåer och typer av åtgärder som kan genomföras.

Det finns också lagstöd i plan- och bygglagen för kommunens ansvar att hantera översvämningsrisker i den byggda miljön. Med ökade risker för större och mer frekventa skyfall i framtiden kommer det att behövas investeringar i översvämningsskydd och anläggande av översvämningsytor. Befintliga fastigheter och byggnader kan också behöva översvämningssäkras.



Skyfall

Enligt SMHI:s definition är ett skyfall ett regn med en intensitet som är större än 50 mm/timme eller större än 1 mm/minut. Ett regn med medelintensiteten 50 mm under en timme har en återkomsttid på knappt 80 år.

Regnvolym

I tabellen visas regnvolymen under den mest intensiva halvtimmen för regn med återkomsttiderna 10, 100 och 1000 år. Där visas även hur stor del av regnet som rinner av på markytan. Uppskattningsvis 60–75 procent av regnvolymen rinner av på ytan vid ett 100-årsregn.

	10-ÅRSREGN	100-ÅRSREGN	1000-ÅRSREGN
Regnvolym under 30 minuter	21 mm	44 mm	95 mm
Avrinning från genomsläppliga ytor (övrigt vatten infiltreras i marken)	15 %	75 %	100 %
Avrinning från hårdgjorda ytor (övrigt vatten avleds i ledningar)	10 %	60 %	90 %

MCF:s Vägledning för skyfall (mcf.se).

Havsnivåer

Kustområden är attraktiva miljöer och cirka 50 procent av Sveriges befolkning bor längs kusten. Många kuststäder planerar för ny vattennära bebyggelse för att attrahera fler kommuninvånare. Havsnivåhöjningen innebär en stor utmaning, både när det gäller att skydda befintliga värden och att planera för ny bebyggelse. Flera tätorter längs kusten har stora

utmaningar med att hantera detta, främst Kalmar, Mörbylånga, Färjestaden, Borgholm och Mönsterås. Även Västervik och Oskarshamn behöver planera för kustöversvämningar.

Redan i dag har många strandnära områden problem med översvämningar och ökad erosionsrisk. Problemen kommer på sikt att öka i takt med att klimatet blir varmare. För att undvika framtida problem bör man avstå från att planera ny bebyggelse i riskområden. Vid fysisk planering måste man ha en lång planeringshorisont vid nybyggnation. Grunden är att bygga på säker mark och utgå från byggnadens livslängd samt hur stor skaderisken är vid en översvämning.

Inom ramen för översvämningsdirektivet har Myndigheten för civilt försvar identifierat områden med betydande översvämningsrisk. I Kalmar län är Kalmar tätort identifierad som ett område med betydande risk för kustöversvämning från havet.

Anpassningsförmågan för planering av stigande havsnivåer är ganska god eftersom det finns kunskap och vägledning om behov, nivåer och typer av åtgärder som kan genomföras. Det finns också lagstöd i plan- och bygglagen för kommunens ansvar att hantera översvämningsrisker i den byggda miljön. Det kommer att behövas investeringar i kustskydd och översvämningsskydd samt i översvämningssäkring av befintliga fastigheter och byggnader.

Kustskydd

SGI listar fem olika principer som kan tillämpas vid skydd av kustområden.

Ingen åtgärd

Inga investeringar görs i kustskyddsanläggningar eller åtgärder för att skydda mot erosion.

Planerad tillbakaflyttning/reträtt

Byggnader och anläggningar flyttas in mot land och nya kustskydd anordnas längre från strandlinjen.

Säkerställa strandlinjen

Den nuvarande strandlinjen behålls och förstärks vid behov. Strategin omfattar situationer där åtgärder kan genomföras framför eller bakom de befintliga skydden för att förbättra eller bevara den skyddsnivå som den befintliga skyddslinjen ger.

Utvidga strandområdet

Nya kustskydd etableras längre ut mot havet. Den befintliga skyddslinjen flyttas fram genom att nya skydd byggs nedanför de befintliga. Detta förekommer sällan i Sverige.

Begränsad påverkan

Samverkan med naturliga processer innebär att viss erosion tillåts under kontrollerade förhållanden. Genom underhållsåtgärder kan viktiga områden och intressen skyddas.

En skyddsvall måste regleras i en detaljplan. Om framtida skyddsåtgärder utanför planområdet krävs för att en bebyggelse ska anses lämplig, måste kommunen kunna visa att skydden kommer att uppföras. Kommunen behöver därför utreda och kunna visa att skydden är genomförbara ur ett tekniskt, ekonomiskt och juridiskt perspektiv.

Att kommunen har rådighet över marken där de framtida skydden planeras och att det finns tydliga politiska ställningstaganden från kommunfullmäktige kan vara viktiga aspekter för att visa att skydden avses uppföras. Skyddsvallen behöver även finnas med i kommunens översiktsplan, vilket ger stöd för att frågan kommer att hanteras fortsättningsvis i PBL-processen.

Storskaliga framtida skyddsåtgärder, exempelvis vallar eller portar mot havet, kräver ofta lång tid för planering och projektering samt olika tillståndsprocesser som kan vara utdragna. I vissa fall behövs skydden inte förrän havet når nivåer som förväntas inträffa om 50–60 år.

Förutom att stänga ute havsvatten riskerar en vall mot havet att stänga inne dagvatten. En utredning som inkluderar en skyddsvall måste visa hur riskerna för att dagvatten stängs inne ska hanteras. Utredningen måste visa vilka flödesvägar vattnet tar vid kraftig nederbörd och vid olika återkomsttider för nederbörd.

Marken som vallen är tänkt att byggas på behöver även anpassas till direkta förändringar i havs- och grundvattennivå, vattenflöden och stormar. Sandstranden med tillhörande grunda bottnar och dyner utgör en viktig livsmiljö för många arter och är i sig ett viktigt skydd mot höjda havsnivåer. Det är därför viktigt att kustskydden för bebyggelse utformas så att biotoperna inte försvinner och att stranden tillåts anpassa sig till höjda havsnivåer utan att bebyggelse bakom dynen hindrar detta.

Grundvattennivåer vid högvatten

Grundvattennivåerna längs en kustlinje ligger oftast nära havsnivån och normalt sker ett grundvattenflöde från land mot havet. När havet tillfälligt höjs vid högvatten byter flödesgradienten riktning och vatten från havet strömmar mot land. Detta kan orsaka förhöjda grundvattennivåer nära land och därmed leda till översvämningar. I takt med stigande havsnivåer stiger även grundvattennivåerna längs kusten.

Höjda havsnivåer innebär också risk för saltvatteninträngning, som kan förorena grundvattnet. Det kan även leda till att föroreningar sprids när förorenade miljöer översvämmas. Sverige har drabbats av många svåra stormar, vissa med mycket höga vattenstånd och allvarliga konsekvenser

som följd. Den kanske mest kända stormfloden, den så kallade Backafloden, inträffade i november 1872. Då ledde exceptionellt höga vattenstånd längs Skånes, Danmarks och Tysklands kuster till att runt 300 människor miste livet.

Någon fullt så kritisk högvattenhändelse har inte inträffat i modern tid. Det finns dock flera tillfällen även under senare år då vattenståndet längs Sveriges kuster har stigit kraftigt, med översvämningar och allvarliga konsekvenser som följd.

Saltvatteninträngning

Saltvatteninträngning i grundvattenakviferer är ett stort problem i många kustområden i världen, inklusive i Östersjön. Problem med saltvatteninträngning kan uppstå när vattenuttaget i kustzonen är så stort att grundvattennivån sänks och nybildningen av vatten inte hinner hålla jämna steg med uttaget. Då hålls saltvatten från havet inte tillbaka utan tränger in i grundvattenförande skikt. När detta väl har hänt kan grundvattnet förbli förorenat av salt under lång tid.

Översvämningar kan också orsaka att saltvatten tränger in i brunnar nära kusten. Vid stigande havsnivåer i kombination med högvatten kan kustnära brunnar förorenas av saltvatten.

Ras, skred och erosion

Länet är ett utpekat nationellt riskområde för ras, skred och erosion. Det är främst risken för översvämningar till följd av stigande havsnivåer och ökade erosionsrisker som ligger till grund för att länet är utpekat.

Anpassningsförmågan är ganska god eftersom det finns kunskap och vägledning om kartering av riskområden, behov och typer av åtgärder som kan genomföras. Det finns också lagstöd i plan- och bygglagen för kommunens ansvar att hantera risker kopplade till ras, skred och erosion i den byggda miljön. Naturbaserade lösningar bör kunna utgöra en större andel av de åtgärder som behöver vidtas framöver.

Anpassningsbehov byggd miljö:

- Ökad hänsyn till klimatanpassning i samhällsplaneringen
- Dagvattenhantering som kan hantera förväntade klimatförändringar
- Mångfunktionella ytor
- Planera med grönblå strukturer och element i samhällsplaneringen
- Planera för svalkande platser
- Kartera risker för värmeöar och anpassa sårbara byggnader och miljöer
- Bygg inte bort ekosystemtjänster
- Långsiktig strategi för riskområden
- Planeringsunderlag för hur nationella underlag kan användas på kommunal nivå

- Tydligt lagstöd kring ansvarsfrågor för översvämning av den byggda miljön
- Finansieringsmöjligheter för kommuner och fastighetsägare att genomföra åtgärder för att översvämningssäkra den byggda miljön

Länkar och mer information:

MCF Värmebölja och höga temperaturer: faktablad med information till fastighetsägare

MCF Vattenbrist och torka: faktablad med information till fastighetsägare

Kunskapsguiden Värmebölja – att förebygga och hantera dess effekter - Kunskapsguiden

Länsstyrelserna Stockholm, Uppsala, Västmanland Värme i praktiken

Boverket Klimatanpassning med naturen - Boverket

Naturvårdsverket Vägledning om grönplanering

Naturvårdsverket Globala målen - Läs om Globala målen - 17 mål för hållbar utveckling

Boverket Ekosystemtjänster och PBL:s verktyg - PBL kunskapsbanken - Boverket

Naturvårdsverket Ekosystemtjänster

Kemikalieinspektionen Växtskyddsmedel för hemträdgården

MCF Odla själv

Western fire chiefs association What is WUI (Wildland Urban Interface) and How It Works

FirEUrisk Pilot sites

Plathner, Sjöström, Granström Garden structure is critical for building survival in northern forest fires – An analysis using large Swedish wildfires - ScienceDirect

C/O city grona_losningar_levande_stader-1.pdf

Naturvårdsverket Fakta om marknära ozon

Länsstyrelsen Kalmar län Dagvatten

MCF Metod för skyfallskartering av tätorter

Vattenmyndigheterna Miljökvalitetsnormer för vatten

SLU Klimatanpassning av kusten genom flexibel markanvändning

Sveriges riksdag Plan- och bygglag (2010:900) | Sveriges riksdag

SGI KUSTDATAPORTAL

Boverket Kustskydd - PBL kunskapsbanken

Vattenmyndigheten Saltvatteninträngning - VISS-Hjälp

EBH Guide till översvämningsrisker Guide till översvämningsrisker

MCF Översvämning: faktablad med information till fastighetsägare

Biologisk mångfald

Ett varmare klimat påverkar alla ekosystem i länet. För många arter kommer förändringarna att göra att deras livsmiljöer krymper, vilket försämrar möjligheterna att finna föda och fortplanta sig. Arters möjlighet till anpassning beror på deras möjlighet att sprida sig, och den möjligheten minskar alltmer i ett fragmenterat landskap. För den biologiska mångfalden är förändrad markanvändning det främsta hotet jämte klimatförändringarna. Generellt är förutsättningarna sämre för specialister och stationära arter än för generalister. Klimatförändringar leder också till förändringar i arters livscykler under året, så kallade fenologiska förändringar, vilket du kan läsa mer om nedan.



Källa: IPBES Global Assessment Report 2019.

Den globala uppvärmningen leder till geografiska förskjutningar i klimatförhållanden. Det innebär att arters utbredningsområden förändras och att arter som inte lyckas anpassa sina utbredningsområden kan dö ut. Ekosystemen påverkas på olika sätt. Konkurrenssvaga arter som är beroende av en speciell livsmiljö är mer känsliga och riskerar att slås ut när förutsättningarna förändras, medan generalister gynnas och kan öka i antal.

Vi närmar oss en temperaturökning där flera stora system globalt bedöms ligga nära sina tröskelvärden. Den biologiska mångfalden hotas på olika sätt: enskilda organismers egenskaper, populationers årstidsmönster och dynamik, arters utbredningsområden, artsamhällens interaktioner och funktioner samt vilka ekosystemtjänster som kan produceras.

Generella trender kan sammanfattas i fyra punkter:

- Sydliga arter breder ut sig norrut.
- Arter som är beroende av kallt klimat minskar.
- Generalister breder ut sig och specialister minskar.
- Arter med låg spridningsförmåga är oftare hotade. De är också ofta mer specialiserade och påverkas mer när klimatförändringen innebär ytterligare stress.

Förändringar i hur arter och populationer reagerar leder också till förändringar i styrkan i samspelet mellan arter. Exempelvis kan det bli fler och kraftigare utbrott av skadeorganismer i skogsekosystem. Snabba förändringar i miljöförhållanden kan ofta leda till att mer kortlivade arter, som kan vara mer anpassningsbara, gynnas, medan mer långsamt växande arter försvagas. Sådana förändringar kan i sin tur påverka hela näringsvävens stabilitet och produktivitet.

En ökad förekomst av extrema väderhändelser och andra störningar kan orsaka mer plötsliga förändringar i den biologiska mångfalden. I den boreala skogen är naturliga störningar, såsom bränder och stormar, en förutsättning för att bibehålla en hög biologisk mångfald. Klimatförändringar påverkar dock denna naturliga störningsdynamik, exempelvis genom att bränder blir mer frekventa och stormar mer intensiva. Vid frekventa störningar kan den positiva effekten av störningarna gå förlorad eftersom ekosystemet inte hinner återhämta sig. Extrema värmeböljor kan orsaka skador både i terrestra miljöer och i akvatiska system, där de flesta djur är växelvarma och inte reglerar sin egen temperatur. Nederbördsmönster förväntas i många fall bli mer varierande eller extrema och fördelas ojämnt mellan geografiska områden och år. Dels finns en ökad risk för långa perioder med torka, exempelvis sommaren 2018, dels finns en risk för ökad nederbörd under delar av året, med efterföljande risk för översvämningar.

Konnektivitet

I ekologi betyder konnektivitet hur olika habitat är sammankopplade och hur arter kan röra sig mellan dem. Det är avgörande för ekosystemens funktion och den biologiska mångfalden.

Konnektivitet är viktig för att upprätthålla ekologiska processer som spridning, migration och genetiskt utbyte mellan populationer. I svenska kust- och havsområden är det exempelvis avgörande att arter kan röra sig mellan skyddade områden för att bevara ekosystemens funktion och biologisk mångfald. I vattensystem påverkas arters rörlighet av hinder som dammar och vägtrummor, vilket kan blockera vandring för arter som laxfiskar och andra vattendjur.

Att förstå och bevara möjligheterna för arter att röra sig och sprida sig i ett landskap är centralt för planering av skyddade områden, restaurering av habitat och åtgärder för hotade arter. Genom att säkerställa både strukturell och funktionell konnektivitet kan man förbättra ekosystemens resiliens och skapa bättre förutsättningar för långsiktig biologisk mångfald.

Konnektivitet bedöms ofta genom kartläggning av naturliga och konstgjorda hinder samt genom GIS-baserade modeller som analyserar landskapets struktur och vegetationsdata.

Verktyg som Matrixgreen och ODC används för att modellera ekologisk konnektivitet på kommunnivå. Olika typer av kartmaterial jämförs för att identifiera optimala spridningsvägar för arter.

Graden av kontakt mellan habitat, det vill säga hur de hänger ihop med varandra genom spridning, är inom ekologin erkänd som en viktig faktor för dynamiken mellan populationer och inom artsamhällen. Det är dock viktigt att använda meningsfulla biologiska mätmetoder. Enbart avståndsbaserade mätmetoder tar inte hänsyn till landskapets struktur eller olika arters förmåga att förflytta sig i landskapet.

Ett exempel på en artgrupp som tydligt missgynnas av klimatförändringar är humlor. I Sydeuropa håller flera humlearter på att försvinna. Humlor är stora och pälsklädda insekter som är anpassade för att hålla värmen tidigt på våren. Ett varmare klimat verkar drabba dem särskilt hårt. Populationsnedgångar hos arter är ofta komplexa och beror på flera orsaker. I humlornas fall finns orsaker som förändrad markanvändning och ökad användning av insektsmedel, jämte klimatförändringar.

Den förväntade förflyttningen norrut i takt med ändrade klimatzoner har uteblivit för humlor och dagfjärilar, bortsett från några få arter.

En anledning till den uteblivna förflyttningen är att arter med liten möjlighet att sprida sig behöver mer eller mindre sammanhängande habitat för att kunna röra sig norrut.

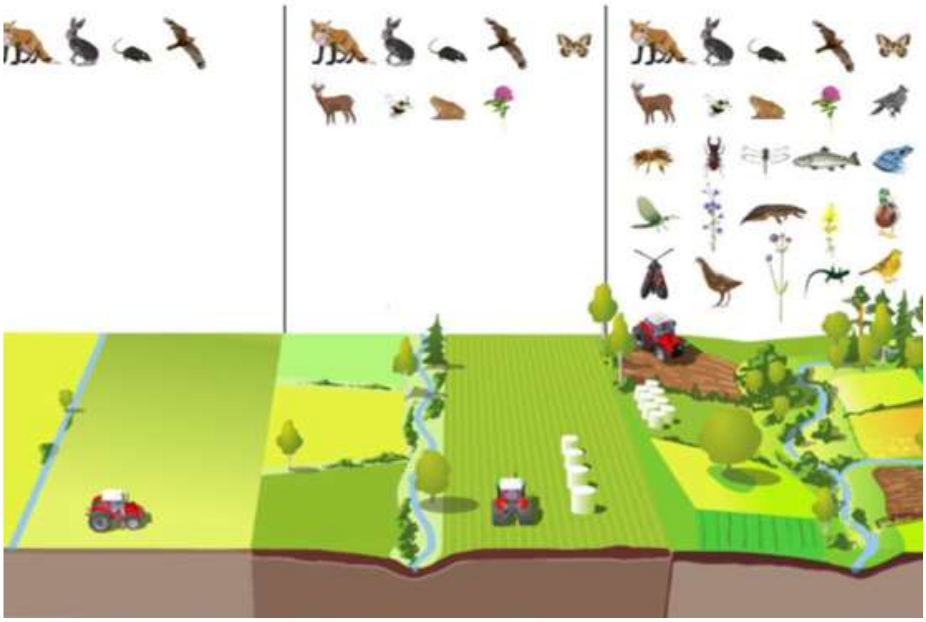


Bild: Naturvårdsverket

I dag är stora landområden kraftigt uppodlade eller utgörs av skogsplantager, vilket gör det mycket svårt för arter att förflytta sig. Det har fått till följd att många djurarter lever i starkt reducerade bestånd i små fickor av mer eller mindre isolerade habitat. Utsikterna att de ska lyckas ta

sig vidare norrut för att ligga steget före klimatförändringarna är små. Inte minst eftersom de blommande växter som de lever av också skulle behöva flytta med.

Funktionell konnektivitet handlar om huruvida arter faktiskt använder sig av möjligheterna att förflytta sig i landskapet när förutsättningarna är de rätta. Vad gäller flertalet humlor och dagfjärilar verkar så inte vara fallet, bortsett från några få arter.

Av de 69 humlearter som förekommer i Europa förväntas upp till 34 arter vara hotade och riskera att helt försvinna från Europa fram till år 2100. Dessutom visar beräkningar att utbredningsområdet kan komma att minska med mellan 50 och 70 procent för mer än 40 procent av arterna. Endast tre arter i Europa förväntas gynnas av klimatförändringarna.

Fenologi

Klimatförändringarna medför allt tidigare växtsäsonger, vilket kan störa samspelet mellan växter och djur genom så kallade fenologiska förändringar.

Fenologi är läran om periodiska företeelsers uppträdande inom växt- och djurriket, det vill säga hur naturen förändras över årstiderna. Ändringar i en arts livscykel kan i sin tur påverka samspelet med andra arter och därmed ge indirekta effekter på dessa. Ett tydligt exempel på när samspelet kan störas är det tidsmässiga glapp som kan uppstå mellan pollinatörer och växter. Ett varmare klimat innebär en tidigare vår, med en tidsmässig obalans mellan blomning och pollinerande insekter samt mellan insektstoppar och flyttfåglar.

Pollinerande insekter reagerar generellt mer på förändringar i värmeförhållanden än växter, som ofta reagerar på förändringar i ljusförhållanden under våren. Alla arter påverkas dock inte av tidiga vårar. Generellt är ekosystem med många arter mer robusta än ekosystem med färre arter. Ekosystem med interaktioner mellan flera arter är också mer robusta mot förändringar än ekosystem med färre interaktioner.

När arter anländer tidigare på våren kan det leda till nya eller förändrade samspel mellan arter. Arter som tidigare inte delat livsmiljö, vare sig rumsligt eller tidsmässigt, kan helt plötsligt komma i kontakt med varandra. Det kan leda till nya konkurrensförhållanden och förändringar i ekosystemet.

Kontakten kan även minska mellan arter som är en del av samma naturliga näringsväv. Både antagonistiska (konkurrens, predation) och mutualistiska (exempelvis växt-pollinatörsnätverk) samspel påverkas. Högre temperaturer kan också förändra styrkeförhållandena mellan arter inom samma ekosystem. Det beror delvis på att arter kan ändra sitt beteende när temperaturen stiger, men också på att nya invasiva arter kan förändra förutsättningarna i befintliga ekosystem..

Förändringar i fenologi över tid är bäst dokumenterade bland fåglar. I Sverige har framför allt kortflyttare, det vill säga arter som övervintrar i Europa, visat tydliga tidsförskjutningar i vårflytten. Många fågelarter anländer numera betydligt tidigare än tidigare. Svenska långtidsstudier av mesar och starar har visat stora förändringar i fåglarnas häckningssäsong. Förändringar i höstflyttningen är mer varierande. Ett varmare klimat gör även att fler individer av vissa fågelarter, exempelvis grågås, allt oftare övervintrar.



Svartvit flugsnappare. Illustratör: Peter Nilsson.

Att vissa fågelarter stannar kvar och gynnas av milda vintrar kan leda till ändrade konkurrensförhållanden. Ett exempel är den svartvita flugsnapparen, som har minskat på grund av det förändrade klimatet eftersom de stannfåglar (mesar) som den konkurrerar med gynnas av milda vintrar. Under 35 år har artsammansättningen hos fåglar skiftat så att det motsvarar en förskjutning i utbredning på cirka 105 kilometer. Det är dock betydligt mindre än förskjutningen i temperatur på cirka 195 kilometer. Vad som gör att fåglar inte ”hinner med” klimatförändringarna är okänt, men en anledning kan vara att habitatet inte förändras i samma takt som klimatet. Vädret kan variera från år till år, vilket gör att många system kan ha en inbyggd robusthet mot större förändringar. Orsaken kan också vara att fåglarna har begränsad spridningsförmåga.

Samma typ av förskjutning mot norr har noterats hos fjärilar som studerats i Finland. Där har det också visats att arter som är specialiserade på särskilda livsmiljöer (habitatspecialister) har förflyttats i mindre utsträckning.

Både förändrade utbredningar och fenologiska förändringar leder till ändrade samspel mellan arter. Effekterna är särskilt drastiska när arter som tidigare inte delat livsmiljö, vare sig rumsligt eller tidsmässigt, kommer i kontakt med varandra, eller när kontakten minskar mellan arter som är en del av samma naturliga näringsväv. Effekterna kan också vara mindre omfattande, till exempel till följd av förändringar i den relativa populationsstorleken mellan arter och i arters relativa fenologi. I tempererade akvatiska system, som i Sverige, kan till exempel tidpunkten och omfattningen av den naturliga vårblomningen av alger i den fria vattenmassan destabiliseras eller försvagas. Det kan i sin tur påverka födobasen för många andra arter.

Vikten av livsmiljö

Arter i ekosystem med liten variation av livsmiljöer verkar vara känsligare för temperaturförändringar än arter med varierande livsmiljöer. Växter och djur utnyttjar variationen i livsmiljön för att skydda sig mot stora temperatursvängningar. Genom att leva nära dessa temperaturflyktvägar kan organismerna flytta sig för att få svalka. Minskar man livsmiljöerna eller tar bort delar av dem blir arter mer känsliga för störningar och mindre motståndskraftiga mot klimatförändringar.

Att förstå de olika behoven hos arter som lever i mer eller mindre varierade miljöer är nödvändigt för att identifiera vilka ekosystem som behöver mest uppmärksamhet och skydd. Mänskliga effekter som ändrad markanvändning, föroreningar och introduktion av invasiva arter förvärrar effekterna av temperaturförändringarna.

Klimatförändringarna förväntas leda till både krympande och växande livsmiljöer och därmed ha olika effekter på arters utbredning. De kan leda till att arter försvinner eller att det tillkommer nya arter i en viss miljö, men också till att den relativa fördelningen mellan arter ändras. I norra Sverige väntas till exempel arealen av kalfjäll krympa och trädgränsen krypa uppåt. På land kommer vegetationszoner att förflyttas norrut, och i haven förändras arters livsmiljöer när utbredningen av vattenmassor med olika temperatur eller salthalt förändras. Arters möjlighet att anpassa sig beror i hög grad på deras möjlighet till spridning. Spridningsmöjligheten påverkas ofta negativt av fragmentering av lämpliga livsmiljöer. Särskilt i sjöar har djur och växter ofta inga effektiva naturliga sätt att söka sig till nya områden om livsmiljön försämras. Generellt är anpassningsförmågan ett större problem för habitatspecialister än för habitatgeneralister.

Konventionell påverkan

Effekter av klimatförändringar uppstår inte bara genom direkt påverkan. Klimatet kan också förstärka negativa effekter av befintlig påverkan på

ekosystem och arter. Till exempel kan torka på grund av klimatförändringar förvärra effekterna av utdikning. Befintlig påverkan som försämrar tillståndet hos ett eller flera bevarandevärden kan ofta kopplas till mänskliga aktiviteter. Källan till en utpekad påverkan kallas för en konventionell påverkansfaktor. Påverkan kan också härstamma från naturliga fenomen som förstärks av ett förändrat klimat.

Naturtyper

I detta kapitel utgår vi från olika naturtyper och hur de påverkas av klimatförändringar, med exempel på klimatanpassningsåtgärder. Till grund för analysen ligger Greensways båda rapporter om klimatanpassning av skyddad natur. Greensway anlitades för att ta fram rapporterna av länsstyrelserna i Kalmar, Västmanland, Stockholm, Norrbotten och Södermanland samt Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen.

I den ena rapporten, Klimatanpassning av skyddad natur, görs fallstudier i fyra naturreservat spridda i Sverige, varav Ottenby naturreservat på södra Öland är ett. Projektet är tänkt som ett metodstöd utifrån en lokal klimat- och sårbarhetsanalys med förslag på klimatanpassningsåtgärder.

Jonas Jonasson, en av författarna till rapporten, skriver att en central lärdom från projektet och den presenterade metoden är svårigheten att urskilja troliga konsekvenser från möjliga konsekvenser av ett förändrat klimat. Det är också svårt att på ett detaljerat sätt bedöma graden av påverkan från olika klimatfaktorer på arter och artsamhällen.

Klimatkänsligheten hos enskilda arter, men också hos mellanartsinteraktioner, är ofta okänd och svår att uppskatta. Det saknas också ofta tydliga tröskelnivåer för när klimateffekter blir påtagliga. Kumulativa effekter utgör ytterligare en utmaning i bedömningen av klimatpåverkan.

Olika typer av anpassningsåtgärder är aktuella i olika naturmiljöer. Nedan följer en sammanfattning av olika typer av åtgärder utan inbördes prioriteringsordning för naturtyperna skog och buskmarker, vattendrag och våtmarker, extensiva jordbrukssystem, kustmiljöer och marina miljöer..

Klimatrelaterad påverkansfaktor	Exempel på påverkansprocesser
Ökad nederbörd	
Skyfall och kraftiga regn	Erosion av skogs- och åkermark Näringstransport till vattendrag och sjöar Ras och skred
Långvariga regn	Erosion av skogs- och åkermark Minskad ungöverlevnad för fåglar
Ökad temperatur	
Mildare vintrar	Förflyttning av klimatzoner: invandring av arter Förändrat/minskat snö- och istäcke Svagare vårflod Kortare tjälperiod
Längre växtsäsong	Invandring av arter Påverkad tillväxt/reproduktionsframgång Vårfrost Fenologiska missanpassningar mellan arter
Höga sommartemperaturer/värmeböljor	Torkstress Påverkad tillväxt/reproduktion Ökad mortalitet
Ökad avdunstning och låg markfuktighet	Torkstress Vegetationsförändringar mot torktåligare arter
Högre vattentemperatur i sjöar och hav	Ökad nedbrytning av humus (brunifiering) Algblomning Minskad syretillgång
Längre och djupare sommarskiktning	Minskad syresättning
Kombinerade påverkansfaktorer	
Ökad luft-/markfuktighet	Ökad risk för svampsjukdomar på träd
Förändrad vattenföring över året	Ökad skiktning i Östersjön Minskad salthalt i havet Högre flöden och vattenföring
Nivåvariationer i grundvatten	Högt vintergrundvatten Lågt sommargrundvatten
Stigande havsnivåer	Förlorade befintliga kustnära miljöer Erosion
Förstärkta effekter av storskaliga stormingar	Ökade stormskador Ökad brandrisk Ökade snöbrott Ras, skred och erosion
Storskaliga och indirekta effekter (exempelvis genom förd klimatpolitik)	
Förändringar i markanvändning som svar på klimatförändringar	Intensivare jord- och skogsbruk Ökat tryck på mark för vindbruk Ökad utvinning av mineraler

Checklista över klimatrelaterade påverkansfaktorer, samt exempel på påverkansprocesser. Källa: Greensways rapport metodstöd för klimatanpassning.

Skog och buskmarker

Skog och buskmarker

Känsliga element	Anpassningsåtgärder
• Livsmiljöer med begränsad utbredning • Artförekomster nära sin utbredningsgräns • Fragmenterade skogs- och buskmarkspartier • Kantzoner och strandnära livsmiljöer • Torkkänsliga skogsmiljöer	• Öka skogens motståndskraft mot förändring genom att främja en ökad trädlsagsblandning • Säkerställa regional konnektivitet • Förvaltning av betestryck (tamboskap och vilda djur) • Uppmärksamma ekologiska särdrag (exempelvis sumpskogar) • Assisterad förflyttning av kritiskt hotade arter • Anpassa åtgärd för ökad stormtålighet • Ståndortsanpassning • Kontrollerad bränning

Bild: Greensway.

Ökad nederbörd vintertid och kortare perioder med tjäle tros leda till ökad stormfällning av gran, även om stormarna inte förväntas öka. En ökning av yngelmaterial för trädlevande insekter i form av stormfällen, i kombination med torra och varma somrar, kan öka populationsnivåerna av granbarkborre. Därmed ökar risken för storskaliga angrepp på torkstressade granbestånd i Kalmar län, särskilt på tallmarker. För tall finns en risk för ökat viltbete eller ökade skadeangrepp.

För ekar kan höjda temperaturer och förlängda växtsäsonger leda till ökad utbredning av flera arter knutna till ekar, exempelvis växtätande insekter. Det finns också osäkerhet kring hur spridningen av eksjuka/ekdecline och andra sjukdomar kommer att påverkas av ett varmare och blötare klimat.

Klimatförändringen kommer att påverka skogen på olika sätt och i olika omfattning. Växtsäsongen förväntas bli längre både i nemorala (lövträd) och boreala (barrträd) skogar. Samtidigt kommer klimatrelaterade störningar generellt att öka, med ökad risk för bland annat bakslag under våren med frostskador, men även sommartorka, värmeböljor, skogsbrand, översvämning och stormskador. Det finns också en ökad risk för insektsangrepp och etablering av invasiva arter.

Ett varmare klimat ger tidigare knoppsprickning och längre växtsäsong. Skogstillväxten förväntas därmed öka, bland annat på grund av koldioxidgödsling. Samtidigt kan torkstress under sommaren och högre respiration hos primärproducenter under vintern till viss del minska den förväntade tillväxtökningen.

Antalet frostdagar minskar generellt i ett varmare klimat, men samtidigt kan en tidig vår leda till ökad risk för bakslag på våren, med efterföljande frostskador på ungskog. Risken för bakslag ökar framför allt i södra Sverige, eftersom våren längre norrut generellt kommer senare och övergången till vår går snabbare.

Värmestress

En effekt av ett varmare klimat är att många arter blir värmestressade och därmed försvagade och mer mottagliga för sjukdomar. Vädret kan också gynna förökning och/eller spridning av sådana arter. Svamp- och insektsanknutna trädsjukdomar slår till exempel hårt mot inhemska trädslag, bland annat ek, ask och alm, med förändrade och försvagade ekosystem som följd.

Förändringar i hur arter och populationer reagerar leder även till en förändrad styrka i samspelet mellan arter. Exempelvis kan det bli fler och kraftigare utbrott av skadeorganismer i skogsekosystem.

Skadeangrepp

Ett exempel på insekter som kan orsaka stora skadeangrepp är skalbaggen granbarkborre. Den varma och torra sommaren 2018 gjorde att granbarkborrarnas utveckling gick snabbare och att en del av barkborrarna hann med två generationer i stället för en, vilket är det normala i Sverige. Utöver detta hann en ökad andel av barkborrarna producera en eller flera syskonkullar. Det innebär att föräldradjuren lämnade det först angripna trädet för att anlägga en ny kull i ett annat träd. Den extrema torkan medförde att granarnas försvar mot barkborreangrepp försvagades, vilket innebar att färre angripande barkborrar krävdes för att övervinna trädens försvar. Sammantaget ledde det till att antalet granbarkborrar ökade kraftigt nästkommande år.

Ett annat exempel på skadeangrepp är diplodiasjuka. Det är en allvarlig sjukdom hos barrträd, främst tall, som orsakas av en svamp. Svampen kan finnas i träden utan att det finns tecken på sjukdom, men sjukdomen kan bryta ut om värdträden är stressade av torka, värme eller mekaniska skador.



Granbarkborre. Illustration: Martin Holmer.

Val av brukningsmetoder

limatförändringar kan leda till nya brukningsmetoder, vilket kan få effekter på den biologiska mångfalden. Ett exempel där utfallet kan variera är valet av trädslag vid nyplantering.

Exempel 1: Ett varmare och blötare klimat gör att tjälen går snabbare ur jorden, vilket ökar risken för stormfälld skog. Det kan på sikt leda till mer lövinblandning, vilket gynnar den biologiska mångfalden.

Exempel 2: Det kan också innebära att det blir mer plantering av rotfasta trädslag som sitkagran, ett nordamerikanskt trädslag. Det kan i stället få negativa effekter på den biologiska mångfalden.

Bland ändrade brukningsmetoder förväntas en ökad framställning av biobränsle. Om skogsmark tas i anspråk kan det handla om ökat uttag i samband med skogsbruk, exempelvis grot. En generellt ökad efterfrågan på biomassa för exempelvis bioenergi inom EU riskerar att förstärka den globala utarmningen av den biologiska mångfalden. I Kalmar län finns enligt Skogsstyrelsen en dokumenterat rik insektsfauna knuten till lövgrot.

En anpassad skötsel i form av ändrad omloppstid, ökad andel lövträd, trädslagsblandning och kontinuitetsskogsbruk kan påverka stående volym och risktagande. En samlad bedömning utifrån biologisk mångfald, begränsad klimatpåverkan och klimatanpassning, men även ur ekonomisk synvinkel för markägaren, visar att en anpassad skogsskötsel med ökad andel lövträd, trädslagsblandning och kontinuitetsskogsbruk kan ge flera fördelar jämfört med skogsbruk med kortare omloppstid.

En längre omloppstid kan maximera kolinlagringen samtidigt som en trädslagsblandning ökar stormstabiliteten och den biologiska mångfalden. En trädslagsblandning kan också medföra fler naturliga fiender till skadeinsekter. Monokulturer är känsliga för angrepp av skadeinsekter och rötsvampar.

En förändrad markanvändning har hittills utgjort det största hotet mot den biologiska mångfalden i skogen. Ett förändrat klimat ökar skogens känslighet ytterligare. Det innebär att olika skötselsystem, både trakthyggesbruk och hyggesfritt skogsbruk, kan påverka den strukturella komplexiteten och den biologiska mångfalden.

Ett hyggesfritt skogsbruk innebär lång skoglig kontinuitet, vilket kan bidra till att minska skogens klimatpåverkan genom att bevara skogens förmåga att binda koldioxid och markens kolreserver. Ur ett klimatanpassningsperspektiv kan riskerna för erosion och översvämningar också minska när skogens täckning och struktur bibehålls. Ett hyggesfritt skogsbruk innebär i praktiken mindre störning, vilket även kan öka spridningsmöjligheten för många arter i skogen jämfört med trakthyggesbruk.

Skogs och vegetationsbränder

Skogsbränder kan vara viktiga för den biologiska mångfalden. Tidigare var skogsbränder ett naturligt inslag i de flesta barrskogar, och många djur, svampar och växter är anpassade till och beroende av skogsbränder för sin överlevnad, till exempel svedjenäva, brandnäva och sotsvart praktbagge. Det

brinner generellt för lite i nuläget ur natursynpunkt. Bränders betydelse för ekosystemen handlar dock också om omfattningen – var, hur och hur mycket det brinner. I ett varmare klimat förväntas både storleken på bränder och längden på brandsäsongerna öka.

I en rapport om den ekologiska sårbarheten för skogsbränder i Europa gjordes en bedömning av olika naturtypers kapacitet att hantera naturliga skogsbränder. Bedömningen baserades på begreppen ekologiska värden, kapacitet att hantera skogsbränder samt återhämtningstid efter skogsbränder. Studien visar att tundran är det mest sårbara biomet för skogsbränder i Europa, följt av tempererad barrskog som präglas av brandbenägna barrträdsarter och klimatförhållanden som främjar brandspridning. Därefter kommer de boreala skogsekosystemen som dominerar i Finland, Sverige och Norge, med en mer måttlig ekologisk sårbarhet för skogsbränder.

Vattendrag och våtmarker

Vattendrag och våtmarker

Känsliga element	Anpassningsåtgärder
• Svämplan • Kustnära våtmarker • Torvmossar • Skogskantzoner • Alpina vattendrag • Alkärr och sumpskogar	• Återställning av naturlig hydrologi; pluggning och igenläggning av diken • Återställa naturliga flöden • Förbättra strandbankar; återställa geomorfologi och strandvegetation • Upprätthålla konnektivitet längs vattenflöden; ta bort eller anpassa vandringshinder (dämmen, vägtrummor) • Anpassa vattenanvändning • Kontroll av främmande invasiva arter (invasiva kärlväxter och fiskar)

Bild: Greensway.

Torvbildande våtmarker binder koldioxid och spelar en viktig roll för klimatet. Till skillnad från träd, som kan stänga bladens klyvöppningar för att förhindra vattenbrist, kan våtmarker inte reglera avdunstningen lika effektivt som skog.

En ökad avdunstning från våtmarkerna på grund av högre temperaturer leder till lägre vattennivå i marken. På sikt bidrar det till torrare marker med förändrad flora och fauna. Det påverkar också våtmarkernas upptag och avgivning av växthusgaserna koldioxid och metan. Våtmarksarealen i Sverige har halverats sedan 1970.

Vid långa och torra somrar riskerar flera vattendrag att helt torka ut. Låg vattenföring i vattendragen leder även till att koncentrationen av utsläpp, övergödande ämnen och miljögifter blir högre. För många känsliga arter kan det leda till minskande populationer och större avstånd mellan olika populationer, vilket ytterligare ökar risken för utdöende.

Odlingslandskap

Känsliga element	Anpassningsåtgärder
• Ängar • Betesmarker • Vegetation i kantzon till vattendrag • Dammar och mindre vattendrag • Ädellövträd • Groddjur • Arter knutna till öppna landskap (fåglar, insekter)	• Markunderhåll; minska erosion • Återställ vattenflöden och svämdynamik • Öka mångfalden av habitat/arter • Övervaka och bekämpa trädsjukdomar • Främja föryngring av ädellövträd • Främja bete av naturbetesmarker • Anpassa betestryck för att undvika under- eller överbete (fållindelning, sambete, extensivt bete) • Uppmärksamma värdeelement (träd, dammar) • Skydda häckar och strandbankar • Kontroll av främmande invasiva arter • Återställ och upprätthåll funktionell konnektivitet

Bild: Greensway.

Ett förändrat klimat kan få indirekta effekter på utbredningen av gräsmarker, till exempel genom att arealen minskar till följd av en framtida ökning av produktionen av bioenergigrödor. Utöver förändrad markanvändning samspelar en längre vegetationsperiod med höga temperaturer och förändrade nederbördsmönster och hotar många av de hävdgynnade arter som finns i jordbrukslandskapets gräsmarker. Framför allt i södra Sverige kan ökad torkstress gynna utbredningen av stäppartade gräsmarker med tillhörande flora och fauna, på bekostnad av befintlig flora och fauna. I väster och norr, där ökad nederbörd väntas under hela eller större delen av vegetationsperioden, kan förhållandena utvecklas i motsatt riktning. Där kan en ökad tillväxt leda till att flertalet hävdgynnade arter hotas av igenväxning.

Den ökade medeltemperaturen gör att växtsäsongen börjar tidigare på våren och slutar senare på hösten. Skillnaden märks framför allt på våren. Utebliven snösmältning i kombination med höga temperaturer på våren ökar avdunstningen och leder till tidig torka och ökad brandrisk.

Kustmiljöer

Känsliga element	Anpassningsåtgärder
• Litorala och sublitorala miljöer • Stränder och sanddyner • Kustnära våtmarker • Mynningsvikar • Deltabildningar • Fågelskär	• Bekämpa främmande invasiva arter • Återställ hydrologiska processer • Plantering av naturligt förekommande arter • Sandupplägging • Kustzonsplanering och hydrologisk planering • Underhålla och återställa dynryggar och sandbankar • Minska övergödning • Sanering av miljögifter • Bete och röjning av igenväxningsvegetation

Bild: Greensway.

I kustområden påverkas både land- och vattenmiljöer av stigande havsnivåer. Det gäller bland annat strandängar, kustnära våtmarker, skärgårdsskogar, sandbankar och grunda havsvikar. Havsstrandängarna längs kusten är biologiskt mycket rika miljöer. Det gäller framför allt Ölands östkust, som är av internationellt värde för flyttande och häckande fåglar.

Strandängarna påverkas också negativt av temperaturhöjningen. De mildare vintrarna gör att de är mer utsatta för erosion när de inte längre är frusna vintertid och de grunda vikarna inte längre är täckta av is. Erosionen påverkar också de angränsande grunda vikarna negativt, eftersom det fina sediment som urlakas orsakar ökad grumling av vattnet.

På de betade strandängarna längs havet finns många arter som är helt beroende av dessa miljöer och som redan i dag är rödlistade. Det innebär att de minskar i antal och riskerar att försvinna på kort eller lång sikt. Storspov, brushane, grönbena och ljungpipare är några av de rödlistade fågelarter som finns här och som är beroende av dessa miljöer.

Strandängarnas egen anpassningsförmåga är låg och naturtypen behöver stöd genom åtgärder för att finnas kvar i länet. Havsnivåhöjningen innebär att naturbetesmarker och strandängar behöver kunna flytta längre in mot land och skyddas mot erosion. I framtiden behöver nya ytor som kompenserar för de ytor som försvinner frigöras. Det kan vara svårt, särskilt när det gäller strandängarna på Öland, eftersom de är svåra att flytta högre upp i landskapet.

Marina miljöer

Östersjön består av två vattenlager, dels inströmmande saltare vatten i djupskiktet, dels utströmmande sötare vatten i ytskiktet. Den minskande snösmältningen i framtiden gör att avrinningen ökar vintertid. Regnvatten sköljer då över redan vattenmättade åkrar och tar med sig mycket näringsämnen ut i Östersjön, vilket leder till försämrad näringsstatus. I södra Östersjön är kväve den begränsande tillväxtfaktorn för växtplankton och alger. Med ökad näringstillförsel i kombination med högre vattentemperaturer ökar risken för algblomning, som även kan komma allt tidigare på säsongen.

Vattentemperaturen i Östersjön förväntas öka med flera grader i framtiden, samtidigt som istäckets utbredning minskar kraftigt. I grunda havsområden har förhöjda vattentemperaturer en negativ påverkan på ålgräsängar, som utgör viktiga lek- och uppväxtområden för fisk och kräftdjur. Höga vattentemperaturer gynnar tillväxten av fintrådiga algmattor som skuggar och kväver ålgräset. Fiskar är särskilt sårbara för varmare temperaturer eftersom de är kallblodiga.

I mätningar utanför Forsmark, i biotestsjön som värmts upp av kylvatten från kärnkraftverket, har man under flera år kunnat studera effekterna på bland annat abborre. Det man sett är att abborrar som levt i uppvärmt vatten var mindre när de blev könsmogna och hade en större könskörtel. Efter flera generationers uppvärmning var unga abborrar ännu mindre när de blev könsmogna, vilket tyder på att det skett en evolutionär anpassning hos fiskarna. Abborrarna åt även totalt sett färre djurplankton och föredrog i stället större bytesdjur.

Vilket visar att förändrade förutsättningar, som temperatur, kan påverka resten av ekosystemet genom hur arterna interagerar med varandra. Det betyder även att när förändringar har skett är de oåterkalleliga, även om temperaturerna skulle börja sjunka.

Syrets djupfördelning påverkas av förändringar i temperatur och salthalt. När det blir varmare minskar ytvattnets syreinnehåll eftersom mer syrgas avgår från vattnet till atmosfären. På sikt leder det även till att djupvattnets syreinnehåll minskar, med syrgasfria bottnar som följd. Den syrefria miljön gör att fosfat från bottensedimenten frigörs och förs upp till ytan. Det gynnar cyanobakterierna och leder till ökad algblomning.

De ökade koldioxidhalterna i haven leder även till ökad havsförsurning. Världshaven beräknas ha tagit upp cirka 30 procent av de koldioxidutsläpp som vi har tillfört atmosfären sedan 1870. En ökning av koldioxidhalten sänker havens pH-värde. Världshaven beräknas redan vara omkring 26 procent surare jämfört med den förindustriella nivån.

Frekvensen och längden på marina värmeböljor förväntas öka. Det gör att vattentemperaturen även stiger i djupare vatten. Arter som lever där är vana vid en mer konstant låg temperatur och har inte samma förmåga att anpassa sig som arter som lever i grunda miljöer. Havsförsurningen leder bland annat till att kräftor, musslor och andra organismer som bygger skal av kalk får svårt att föröka sig och växa. Även fisklarver av exempelvis sill och torsk påverkas negativt. Havsförsurningen förväntas generellt ha störst negativ påverkan på arter högt upp i näringskedjan, medan vissa arter av små plankton och bakterier i stället gynnas.

Anpassningsförmågan är låg, särskilt hos marina arter som lever i djupare vatten. Många marina ekosystem utsätts också för andra påfrestningar och störningar från mänskliga aktiviteter. Det har gjort att naturliga näringsvävar har skadats eller förstörts och att vissa arter tar över på bekostnad av andra.

Havsnivåhöjning och översvämning från hav

Havsstrandängarna längs kusten är biologiskt mycket rika miljöer. Strandängarna påverkas också negativt av temperaturhöjningen. De mildare vintrarna gör att de är mer utsatta för erosion när de inte är frusna vintertid och de grunda vikarna inte längre är täckta av is.

Erosionen påverkar också de angränsande grunda vikarna negativt, eftersom det fina sediment som urlakas orsakar ökad grumling av vattnet. På de betade strandängarna längs havet finns många arter som är helt beroende av dessa miljöer och som redan i dag är rödlistade.

Strandängarnas egen anpassningsförmåga är låg och naturtypen behöver stöd genom åtgärder för att finnas kvar. Havsnivåhöjningen innebär att naturbetesmarker och strandängar på sikt behöver kunna flyttas längre in

mot land och skyddas mot erosion. Nya ytor som kompenserar för de ytor som försvinner behöver frigöras.

Förvaltning

Klimatförändringarna innebär att arters utbredningsområden kommer att ändras. Detta påverkar vad vi skyddar och hur vi skyddar. En viktig aspekt är att vi genom skydd och skötsel av natur minskar stressen från annan påverkan, vilket kan öka motståndskraften mot klimatförändringarna.

Några slutsatser utifrån Greensways vägledningar kring hur man kan prioritera åtgärder inom skyddade områden utifrån ett förändrat klimat:

För att kunna prioritera och tidsätta förvaltningsåtgärder på rätt sätt behöver man börja med att göra en klimat- och sårbarhetsanalys på naturtypsnivå, med efterföljande klimatanpassningsåtgärder.

I projektet genomfördes analysen med stöd av den internationella metoden Open Standards for the Practice of Conservation, som är en stegvis metod som kan vägleda arbetet med att beskriva hur olika naturtyper och arter kan komma att påverkas av klimatförändringar.

Det finns behov av att i ännu högre grad skydda ytterligare värdefulla områden. Det behövs både för att öka den totala mängden skyddsvärda naturtyper och artförekomster och för att säkra och förbättra ekologiska spridningssamband i den mån det är möjligt. Fler skyddade områden behövs även för att begränsa negativa effekter av storskaliga påverkansfaktorer kopplade till näringar som jord- och skogsbruk samt yrkesfiske.

Här finns möjligheter att åtminstone inledningsvis ställa om produktionsformer för att gynna biologisk mångfald och klimatanpassning på statligt ägd jordbruks- och skogsmark som inte är formellt skyddad och som i dag brukas på ett ur naturvårdssynpunkt ohållbart sätt.

I förvaltningsarbetet kommer kunskapsunderlaget ofta att vara alltför begränsat för att dra säkra slutsatser om klimatriskers förekomst eller omfattning, eller om åtgärdernas potentiella effekt. Många gånger behöver därför ytterligare analyser och utredningar göras. I metodbeskrivningen listas analyser som bör göras för att kunna göra rätt prioriteringar.

Naturbaserade lösningar

Klimatanpassning kan vara av teknisk karaktär, exempelvis genom att bygga murar mot havet, men man kan också arbeta med naturen genom så kallade naturbaserade lösningar. Det är åtgärder som ger oss viktiga ekosystemtjänster och samtidigt ökar motståndskraften mot klimatförändringar.

Man kan grovt dela in naturbaserade lösningar i tre olika typer:

1. Ekosystembaserad klimatanpassning innebär att biologisk mångfald och ekosystemtjänster på olika sätt används för att anpassa samhället till klimatförändringar
2. Grön infrastruktur Naturvårdsverkets definition av grön infrastruktur är ”Ekologiskt funktionella nätverk av livsmiljöer och strukturer, naturområden samt anlagda element som utformas, brukas och förvaltas på ett sådant sätt att biologisk mångfald bevaras och för samhället viktiga ekosystemtjänster främjas i hela landskapet”
3. Ekosystembaserad klimatanpassning: användning av biologisk mångfald och ekosystemtjänster som en del av en övergripande strategi för att hjälpa människan att anpassa sig till klimatförändringar. Strategin använder sig av olika metoder för bevarande och restaurering av ekosystem.

Invasiva arter

Invasiva främmande arter är globalt ett av de största hoten mot biologisk mångfald, och hotet ökar på grund av klimatförändringar och ökad internationell handel. I Sverige finns mer än 2 000 främmande arter, och av dessa beräknas 46 arter löpa mycket hög eller hög risk att vara invasiva enligt SLU Artdatabanken.

En invasiv art är en art som med människans hjälp har förflyttats från sin ursprungsmiljö, sprider sig snabbt och hotar att slå ut arter i den nya miljön. Enligt EU:s förordning om invasiva främmande arter ska sådana arter utrotas. Invasiva arter har ofta egenskaper som gör att de är tåliga, växer snabbt och förökar sig effektivt. Flera invasiva arter kan bilda hybrider med inhemska arter, vilket kan leda till förlust av genetisk variation och till att arter inte behåller samma förmåga att anpassa sig till den miljö de lever i.

Arters anpassningsförmåga är särskilt viktig när det gäller klimatförändringar. I takt med att klimatzoner förskjuts får växter och djur från varmare länder lättare att etablera sig i Sverige, och en del av dem kommer att bli invasiva.

Klimatförändringar kan även leda till att inhemska arter ändrar beteende. Förändrade livsmiljöer och förändringar i arters livscykler kan ge upphov till nya konkurrenssituationer mellan arter inom ekosystem.



Jättelokan är förbjuden att odla eller sätta ut i naturen. Bild: Länsstyrelsen.

FAKTA: INVASIVA ARTER

• 37 000 främmande arter har etablerat sig över hela världen.
• 200 nya främmande arter registreras varje år.
• 3 500 av dessa främmande arter bedöms som invasiva. 1 061 växter (6 % av alla främmande växtarter), 1 852 ryggradslösa djur (22 %), 461 ryggradsdjur (14 %) och 141 mikrober (11 %).
• 36 % förväntas främmande arter öka med från 2005 till 2050 om utvecklingen fortsätter som nu.
• 60 % av alla registrerade globala utdöenden har invasiva främmande arter bidragit till. I 16 % av fallen har de varit den enda orsaken. På öar har de stått för 90 %.
• 423 miljarder USD kostade invasiva arter år 2019 och kostnaden har ökat med 400 % varje decennium sedan 1970.
• Över 60 % av kontrollprogrammen för invasiva främmande växter och ryggradslösa djur har varit framgångsrika.

Källa: IPBES (ipbes.net)

Länkar och mer information

Regeringskansliet En svensk strategi för biologisk mångfald och ekosystemtjänster

Alicia M med flera
https://www.fs.usda.gov/psw/publications/sod/ellis.2010.oikos.connectivity.pdf

Stockholms universitet
https://www.fs.usda.gov/psw/publications/sod/ellis.2010.oikos.connectivity.pdf

SMHI Klimatförändringar och biologisk mångfald – Slutsatser från IPCC och IPBES i ett svenskt perspektiv

Seidl R med flera Forest disturbances under climate change - PMC

Tscharntke T med flera (PDF) Insect conservation in agricultural landscapes (researchgate.net)

Källander H med flera Variation in laying date in relation to spring temperature in three species of tits (Paridae) and pied flycatchers Ficedula hypoleuca in southernmost Sweden

Naturvårdsverket Naturbaserade lösningar

Green M med flera Common montane birds are declining in northern Europe

Wittwer T med flera Long-term population dynamics of a migrant bird suggests interaction of climate change and competition with resident species - Wittwer - 2015 - Oikos - Wiley Online Library

Lindström Åke med flera. Rapid changes in bird community composition at multiple temporal and spatial scales in response to recent climate change

Pöyry J med flera Relative contributions of local and regional factors to species richness and total density of butterflies and moths in semi-natural grasslands - PubMed

Mattila N med flera Ecological correlates of distribution change and range shift in butterflies - MATTILA - 2011 - Insect Conservation and Diversity - Wiley Online Library

Goulson D med flera (PDF) Combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers drives bee declines

SLU Globala uppvärmningens påverkan på fåglars fenologi ives-k-20250610.pdf

Länsstyrelsen Kalmar län Metodsto d fo r klimatanpassning.pdf

Länsstyrelsen Kalmar län Val och prioritering av klimatanpassningsåtgärder i skyddade områden

Europarc 201021_JoseAtauri_CC_Webinar_ep3_EUROPARC.pdf

Marini Lorenzo med flera Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce forests

Ekholm A med flera The forgotten season: The impact of autumn phenology on a specialist insect herbivore community on oak: Autumn phenology shapes communities

IPCC SR15_Full_Report_Low_Res.pdf

IPCC 9781009157971 merged.pdf

Bergkvist J med flera Quantifying the Impact of Climate Change and Forest Management on Swedish Forest Ecosystems Using the Dynamic Vegetation Model LPJ-GUESS

Jönsson Ulrika Phytophthora species and oak decline – can a weak competitor cause significant root damage in a nonsterilized acidic forest soil? - Jönsson - 2004 - New Phytologist - Wiley Online Library

Fernandez Carrillo A Predictive Model for Bark Beetle Outbreaks in European Forests

SLU Skyddade områden och granbarkborre - en kunskapssammanställning med fokus på biologi, spridning av angrepp och bekämpning schroeder-m-20240111.pdf

Länkar och mer information

Brodde L med flera Diplodia Tip Blight on Its Way to the North: Drivers of Disease Emergence in Northern Europe

Di Fulvio Fulvio Spatially explicit LCA analysis of biodiversity losses due to different bioenergy policies in the European Union - ScienceDirect

Kungliga vetenskapsakademien Reducing the risk of invasive forest pests and pathogens: Combining legislation, targeted management and public awareness

Cleary M.R med flera (PDF) Stump removal to control root disease in Canada and Scandinavia: A synthesis of results from long-term trials

Arrogante-Funes med flera Mapping and assessment of ecological vulnerability to wildfires in Europe | Fire Ecology | Springer Nature Link

-Helbig M med flera Increasing contribution of peatlands to boreal evapotranspiration in a warming climate | Nature Climate Change

Jordbruksverket Klimatförändringens effekt på den biologiska mångfalden i odlingslandskapets gräsmarker Rapport klimat 2010_29 tryck

SLU Biologiskmngfaldochklimat.pdf

SLU Ecological and evolutionary consequences of ecosystem warming in fish niu-j-20250218.pdf

Institute for wildlife studies Open Standards for the Practice of Conservation — Institute for Wildlife Studies

Naturvårdsverket Naturbaserade lösningar

Lunds universitet
Thoni_m._fl._2017_Ekosystembaserad_klimatanpassning_konceptualiseri.pdf

SLU Ny riskklassificering av främmande arter

SLU Ecological and evolutionary consequences of ecosystem warming in fish niu-j-20250218.pdf

Institute for wildlife studies Open Standards for the Practice of Conservation — Institute for Wildlife Studies

Naturvårdsverket Naturbaserade lösningar

Lunds universitet
Thoni_m._fl._2017_Ekosystembaserad_klimatanpassning_konceptualiseri.pdf

SLU Ny riskklassificering av främmande arter

Naturvårdsverket Naturbaserade lösningar

Lunds universitet
Thoni_m._fl._2017_Ekosystembaserad_klimatanpassning_konceptualiseri.pdf

SLU Ny riskklassificering av främmande arter

Miljöfarliga verksamheter

Förorenade områden

Med ett förändrat klimat förändras riskbilden för förorenade områden, vilket bidrar till en ökad föroreningsrisk framöver. Detta beror på faktorer som högre maxflöden och lägre minflöden i vattendrag, extrema havsvattenstånd, frekventare skyfall samt en ökad risk för ras, skred och erosion.

Följande lagar och författningar är relevanta för miljöfarliga verksamheter kopplat till klimatförändringar:

- Miljöbalken: 1 kap. Inledande bestämmelser, 2 kap. Allmänna hänsynsregler, 6 kap. Miljöbedömningar, 22 kap. Förfarandet vid mark- och miljödomstolarna i ansökningsmål samt 24 kap. Tillstånds giltighet, omprövning med mera, 26 kap. Tillsyn.
- Förordningen (1998:901) om verksamhetsutövares egenkontroll.

Översvämning

Ökade översvämningsrisker till följd av skyfall eller långvarig nederbörd medför en ökad risk för spridning av föroreningar och kemikalier, både från nedlagda och pågående miljöfarliga verksamheter. Förorenade områden förekommer ofta i form av utfyllnader längs sjöar och vattendrag.

Klimatförändringarna ökar föroreningars rörlighet, bland annat genom att perioderna med tjäle blir kortare samt att grundvattennivåer och andra vattenflöden förändras. Ökad nederbördsintensitet bidrar till ökad vattenströmning på och i marken. Vid översvämningar ökar risken för spridning av föroreningar från både pågående och nedlagda industriverksamheter. Själva verksamheten kan påverkas om vatten kommer in i anläggningen och skadar lokaler och utrustning.

Förorenad mark som översköljs av stora mängder vatten riskerar att erodera. Förorenade ämnen som tidigare varit fastlagda i marken kan då sättas i rörelse av vattnet och spridas vidare. Förutom risken för spridning av föroreningar kan erosion av marken även blottlägga föroreningar i marken.

Sammantaget leder detta till ökade risker för spridning av föroreningar, vilket kan medföra en ökad risk för människors hälsa och miljön genom ökad exponering för farliga ämnen. Ökad spridning leder också till dyrare och mer komplicerade saneringsåtgärder.

Föroreningar från gamla deponier eller miljöfarliga verksamheter längs vattendrag kan lätt spridas vid översvämningar. Ökad spridning kan även ske via brunnar eller genom läckage till dagvattenledningar och grundvatten. Högre vattenflöden kan också innebära att reningsverk översvämmas och att bräddning behöver ske (avledning av orenat

avloppsvatten). Bräddning innebär också ökade risker för spridning av läkemedelsrester, eftersom avloppsvatten i regel innehåller sådana rester och är den största källan till spridning.

Anpassningsförmåga

Pågående industrier kan behöva vidta åtgärder för att skydda lager av avfall och kemikalier, processutrustning och byggnader från översvämningar. Förorenade områden som ligger inom översvämningshotade områden kan behöva saneras eller skyddsåtgärder kan behöva vidtas för att motverka översvämningar, exempelvis genom att bygga översvämningsskydd i förebyggande syfte.

Värmebölja

Värmeböljor medför ett ökat behov av kylning, vilket kan påverka produktionen negativt och innebära att den behöver minskas. Vid en värmebölja ökar damning och risken för brand. Om en brand uppstår i till exempel en avfallsanläggning kan föroreningar spridas med brandröken till större områden och även försämra luftkvaliteten. Vid släckningsarbete kan släckvattnet sprida föroreningar till naturen samt till dagvatten, grundvatten eller närliggande vattendrag.

Vid låga flöden och torka finns risk för ökad miljöpåverkan, särskilt i mindre sjöar och vattendrag. Låga flöden innebär mindre vatten men samma mängd föroreningar. Föroreningskoncentrationen i sjöar och vattendrag ökar därmed, vilket påverkar djur, människor och natur negativt.

Högre temperaturer vid värmeböljor kan påverka kemiska reaktioner i marken, vilket kan medföra att föroreningar i marken sprids eller omvandlas till skadligare former.

Anpassningsförmågan varierar mellan olika verksamheter. Anpassningsåtgärder kan exempelvis vara att planera för minskad produktion, säkerställa tillförlitligheten i kylsystem eller installera alternativa kylsystem. Det kan också finnas behov av att se över utsläppsvillkor för utsläpp till vattenrecipienter.

Tillrinning och dynamik i vattendrag

Det finns risk för spridning av föroreningar från förorenade markområden längs vattendragen.

Låg markfuktighet, torka och vattenbrist

Torka ökar risken för erosion och skred, vilket kan bidra till spridning av markföroreningar. Vattenbrist kan påverka produktionen i industrier och därmed orsaka ekonomiska konsekvenser för verksamheten och störningar i försörjningskedjor för viktiga varor. Vatten används för kylning av processer. Om vattenbrist uppstår kan det bli svårt att få tillräcklig

kyleffekt, och produktionen kan behöva minskas. Vid låga flöden i vattendrag finns risk för ökad miljöpåverkan i mindre recipienter.

Anpassningsförmågan är svårbedömd. Mycket ansvar för miljöfarliga verksamheter ligger på de enskilda verksamhetsutövarna. När det gäller förorenade områden är sanering den bästa åtgärden för att motverka föroreningsspridning.

Länkar och mer information

Länsstyrelserna Karta över miljöfarlig verksamhet
Miljösamverkan Sverige Klimatanpassning i prövning och tillsyn - Miljösamverkan Sverige
Sveriges domstolar Miljöfarlig verksamhet - Sveriges Domstolar
Naturvårdsverket Anmäla ny miljöfarlig C-verksamhet

Jordbruk och livsmedelsförsörjning

Inhemsk livsmedelsproduktion

Andelen jordbruksföretag har stadigt minskat i Kalmar län sedan 1970-talet. Arealen åkermark minskar också i länet, men inte alls i samma takt som antalet företag.

Det betyder alltså att jordbruksföretagen i länet i genomsnitt har blivit färre, men större. Sedan 1975 har antalet jordbruksföretag minskat med 60 procent, medan arealen åkermark bara har minskat med 15 procent.

Det innebär att genomsnittsarealen åkermark per brukare under perioden har ökat från 23 hektar till 49 hektar. Även för jordbruksföretag med nötkreatur ser vi en liknande utveckling. Här har antalet företag minskat med hela 79 procent under perioden, samtidigt som det totala antalet nötkreatur har ökat med 12 procent.

När jordbruksföretagen blir större och färre till antalet, samtidigt som andra jordbruksföretag helt läggs ned, förändras landskapet. I områden med intensivt slättjordbruk har småbiotoper och spridningsvägar för djur och växter försvunnit i takt med att de obrutna åkerytorna blir allt större. Det missgynnar den biologiska mångfalden och gör det svårare för arter att migrera norrut i landskapet i takt med klimatförändringarna.

Ett livskraftigt och aktivt jordbruk där man också ser till att bevara småbiotoper, landskapselement och spridningsvägar i landskapet är nödvändigt för att bevara både den biologiska mångfalden och kulturmiljövärdena.

Jordbruks- och livsmedelssektorn i Kalmar län förväntas påverkas av klimatförändringarna, både genom kortvarig exponering för extrema

väderhändelser som torka, skyfall och plötsliga temperaturförändringar och genom förändringar som sker över längre tid, såsom förändrad medeltemperatur och förändrade nederbördsförhållanden. Dessa förändringar kommer att påverka jordbruket på ett djupare plan. I Kalmar län är det framför allt värmeböljor och torka som redan har minskat skördarna vissa år.

Ett livskraftigt och aktivt jordbruk krävs för att bevara och sköta både den biologiska mångfalden och kulturmiljövärdena.

När klimatzoner förskjuts norrut kommer en del odlingssystem som tidigare endast varit ekonomiskt gångbara på sydligare breddgrader att kunna introduceras längre norrut. Samtidigt kan nya klimatförutsättningar gynna skadeorganismer, både i jordbruket och skogsbruket.

Valet av grödor i jordbruket kan därmed komma att förändras, liksom skötselmetoder för att till exempel hantera skadegörare. Grödor som hittills endast odlats i liten omfattning kan förväntas öka i ett förändrat klimat, till exempel sojabönor och solrosor. Detta kan även påverka jordbrukslandskapets biologiska mångfald, eftersom olika grödor drar till sig och gynnar olika arter, exempelvis flygande insekter.

Även om vi ser en tydlig trend mot ett varmare och torrare klimat i sydöstra Sverige kommer skördarna att variera mellan åren. Det kommer att bli svårare att förutsäga hur vädret kommer att bli från år till år. Vissa år kommer vi att ha rekordskördar i länet. En längre och varmare sommar innebär att vi kan odla nya grödor och att livsmedelsproduktionen generellt ökar.

Men återkommande torka innebär att livsmedelsproduktionen vissa år i stället blir lägre. Återkommande torka är något som vi redan nu hanterar på årlig basis.

Under 1900-talet har jordbruket globalt drivit fram grödor med hög avkastning och ett snävt spektrum av egenskaper, skräddarsydda för industriell produktion av livsmedel. Det har hjälpt oss att klara den globala matförsörjningen, men har också ett högt pris.

Att man inte i första hand har förädlat för resistens gör att dagens odlingssystem kräver mycket bekämpning av ogräs, svampar och insekter. Den biologiska mångfalden har tagit stryk av monokulturer och kemikalier.

Ensidig odling av ettåriga grödor med mindre djupgående rötter än perenna (mångåriga) sorter minskar mullhalten och ökar risken för erosion. Mer extremt väder med torra vårar och somrar kan slå hårt mot skördarna.

Självförsörjningsgrad

En osäker omvärld såväl som covid-19-pandemin har visat på vikten av att ha en god beredskap och en robust livsmedelsförsörjning. Att klara av att försörja befolkningen med mat och vatten är en central del av varje lands krisberedskap, men sedan 1980-talet har Sverige blivit allt mer beroende av import.

Sverige kan i dag producera ungefär hälften av de livsmedel som konsumeras inom landet, vilket innebär en självförsörjningsgrad på cirka 50 procent. För vissa produkter varierar graden kraftigt. Exempelvis kan självförsörjningsgraden för spannmål överstiga 100 procent, medan den för ost ligger på 40 procent. Andra exempel är griskött och lammkött, där försörjningsförmågan är stabil. Däremot har ägg och vissa mejeriprodukter lägre självförsörjningsgrad. I Finland är självförsörjningsgraden cirka 80 procent. LRF anser att det bör vara möjligt att uppnå samma självförsörjningsgrad som i Finland.

Livsmedelssektorn står inför såväl möjligheter som utmaningar när det gäller klimatförändringar. En förlängd växtsäsong och nya grödor kan vara en möjlighet för länet, samtidigt som det kräver klimatanpassning av primärproduktionen och efterföljande led. LRF anger att det finns stor potential att öka produktionen inom grönsaks- och potatisodling, frukt- och bärodling samt uppfödning av gris, kyckling, kor, får och lamm i landet.

Utifrån målen i livsmedelsstrategin att livsmedelsproduktionen ska öka är det viktigt att den åkermark som finns kvar är anpassad till klimatförändringarna, så att det även fortsättningsvis kan produceras högkvalitativa livsmedel i Sverige. I jämförelse med södra och mellersta Europa har Sverige fortsatt goda förutsättningar att producera livsmedel i framtidens klimat.

Vattentillgången är viktig för jordbruket, där både dränering och bevattning är faktorer för att nå en tillfredsställande vattenhalt. Ett framtida klimat med större extremer och mindre förutsägbarhet blir utmanande för jordbruket. Åtgärder som att anlägga eller återställa våtmarker blir viktiga för att hålla kvar vattnet i landskapet även under torrår. Våtmarker är dessutom mycket positiva för den biologiska mångfalden och minskar även brandriskerna i landskapet.

Global marknad

Mycket av det vi konsumerar produceras i andra delar av världen. Sverige är därför till stora delar importberoende. Svenskt jordbruk är verksamt på en konkurrensutsatt marknad, och utvecklingen är till stora delar styrd av faktorer utanför Sveriges gränser, såsom världsmarknadspriser, EU:s gemensamma jordbrukspolitik och teknisk utveckling. Vi importerar en mängd olika livsmedel, men också foder och insatsmedel till vår inhemska produktion från andra delar av världen.

Cirka hälften av de livsmedel som förbrukas i Sverige i dag är importerade, vilket är en förhållandevis stor andel. Den stora andelen import riskerar att orsaka livsmedelsbrist när klimatförändringar gör att förutsättningarna för odling eller viss djurhållning i andra länder ändras.

Sverige är till största delen beroende av landresurser i Brasilien och länder i Sydamerika, Afrika och mindre ekonomier i Asien, samt till en mindre del av Danmark, Spanien, Nederländerna och Ryssland. Vårt beroende av vattenresurser för livsmedelskonsumtion är koncentrerat till asiatiska länder, inklusive Indien och länder i Mellanöstern, samt Spanien och Nederländerna. Vi importerar många vattenkrävande grödor, som sparris från Peru och mandel från Kalifornien. Det är livsmedel som kan komma att minska i produktion på grund av vattenbrist. Förutsättningarna för livsmedelsproduktionen i olika regioner i världen kommer att förändras, vilket medför att förutsättningarna för import av livsmedel och olika insatsmedel också förändras. Långväga och kortväga handel samt distribution är också beroende av klimatanpassning av transportsystemet.

Globalt livsmedelsbehov

FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation uppskattar att världen 2050 kommer att behöva producera 60 procent fler kalorier per år för att möta det globala livsmedelsbehovet.

Forskningen visar dock att om vi håller fast vid dagens sätt att producera mat kommer den globala livsmedelsproduktionen att ligga långt under den globala efterfrågan 2050. Dagens konventionella sätt att odla skulle också ge miljö- och klimateffekter som ligger långt över de nivåer som bedöms nödvändiga att nå fram till 2050.

Stigande temperaturer ger sämre förutsättningar för odling såväl globalt som regionalt. Livsmedelssektorn är generellt känslig för extrema vädertillstånd, vilket kan leda till stigande matpriser. Även sjukdomar, parasiter och insekter gynnas av högre temperaturer, längre växtsäsong och ökad nederbörd, vilket resulterar i förändrade behov av växtskyddsmedel, biocider och veterinärmedicinska preparat.

Högre vattentemperaturer, havsförsurning och föroreningar förändrar miljön för fisk och skaldjur, med exempelvis fler överskridanden av gränsvärden som en möjlig effekt. Detta skulle kunna resultera i att användningen av andra arter ökar eller att landbaserad odling av fisk och skaldjur ökar.

Klimatförändringarna medför även större variationer mellan år, vilket kan återspeglas i fluktuerande skördenivåer och fodertillgång. Detta kan exempelvis ge toppar och dalar i slaktvolym mellan och inom år, vilket kan vara svårhanterligt för slakterierna.

Torka, värmeböljor och havsnivåhöjningar kan bidra till ekonomisk lågkonjunktur, konflikter och migration i vissa regioner och påverka landets import- och exportbehov av till exempel jordbruksprodukter. Effekterna av klimatförändringarna förväntas påverka låg- och medelinkomstländer, och därmed svenska handelspartner, i högre utsträckning än höginkomstländer som Sverige. Samtidigt har låg- och medelinkomstländer färre resurser för att anpassa sig till ett förändrat klimat.

Klimatförändringarna kan påverka hela livsmedelskedjan, från primärproduktion till tillverkning, distribution och kontroll, men även förutsättningarna för odling av olika grödor, inklusive foder och bete till djur. Förutsättningarna för livsmedelsproduktion i olika regioner i världen kommer att förändras, vilket medför att förutsättningarna för import av livsmedel och olika insatsmedel kan förändras.

Höjda havsnivåer och svåra stormar hotar liv, egendom och infrastruktur i havsnära regioner över hela världen. Globala klimatrelaterade störningar i leverantörskedjor innebär även en risk för vår inhemska matsäkerhet, tillgången på insatsvaror för jordbruk och dricksvattenproduktion. Det innebär även en risk för tillverkning, inklusive försörjningen av sjukvårdsutrustning och läkemedel i Sverige, vilket kan innebära stora hälsohot och säkerhetsrisker för Sverige.

Sveriges sårbarhet för klimatförändringarna i livsmedelsproduktionen måste ses i ett större perspektiv som även inbegriper de sårbarheter och anpassningsmöjligheter som finns i andra länder. Riskerna och effekterna av ett förändrat klimat är generellt sett större i dessa länder än i Sverige.

Växtnäring

Höga temperaturer

En hög temperatur missgynnar bland annat potatisodlingen på grund av sämre knölsättning. Vårsådda, annuella grödors pollenproduktion påverkas också negativt av alltför höga sommartemperaturer. Blomningen går då snabbare, vilket kan medföra lägre skörd.

Majs och perenna grödor klarar ofta värmen bättre än vårspannmålen. Förutsättningarna för gräsfröproduktion kan komma att förbättras med ett förändrat klimat, med lång höst som underlättar etablering, hög tillväxt tidigt på säsongen och sedan torra förhållanden när det är dags att tröska. Varma nätter på sommaren riskerar att minska förekomsten av dagg. Detta kan påverka grödan negativt, eftersom daggen kan vara en viktig vattenkälla för marker som inte bevattnas.

Ett varmare och fuktigare klimat ökar risken för mögelsvampar i fält. Att torka spannmålen ner till 13 procent vattenhalt eller kyla spannmålen direkt efter inlagring och torkning kommer att bli viktigare. Risken för skadegörare i lagren under lagringsperioden ökar med en högre temperatur.

Specialiserade gårdar med få grödor och sorter blir mer sårbara i ett framtida klimat. Det gäller även insekts- och svampangrepp. Till exempel gynnas rostsvampar av högre temperaturer. Sårbarheten gäller även skadeinsekter. Om du har en skadeinsekt som övervintrar och odlar samma gröda nästa år kommer angreppen snabbare.

Klimatförändringar kan bidra till ökade krav på en robustare produktion och ökad mångfald. Större diversitet kan stärka jordarna, öka motståndskraften mot angrepp samt minska behovet av kemiska insatser.

När extremväder blir vanligare är det bra att använda ett material med genetisk bredd. Det behöver kanske inte användas på hela åkerarealen, men på en del av den. Kultursorter lämpar sig särskilt väl för lite sämre marker.

Översvämningsrisker

Ökade nederbördsmängder sett över hela året samt fler och intensivare skyfall ökar riskerna för översvämningar. Översvämningar kan påverka växtnäringen och medföra lägre avkastning i länets jordbruk. Är översvämningen långvarig får grödornas rötter syrebrist och dör.

Även mindre översvämningar kan leda till sämre avkastning, körskador och utlakning av växtnäring. Andra typer av skador som översvämningar kan orsaka är kontaminering av fält och grödor om exempelvis vattendrag med breddat avloppsvatten svämmar över fält eller om vattnet sveper med sig förorenade massor. Känsligheten för skyfall och översvämningar beror bland annat på jordart, markens lutning och närheten till vattendrag.

Intensiva regn under växtodlingsperioden riskerar att leda till ytavrinning i stället för att fylla på vatten i rotzonen. Våtmarker eller bevattningsdammar är därför bra åtgärder för att hålla kvar vatten i landskapet.

Torka

Ett varmare klimat med längre perioder av torka och minskad förutsägbarhet påverkar livsmedelsproduktionen. I Kalmar län har vi sett flera år med återkommande torka. Sommartorka förväntas bli ännu vanligare i framtiden. Även värmeböljor förväntas bli både vanligare och intensivare.

Värmeböljor ökar växternas transpiration, varvid tillgången till vatten för tillväxt minskar. Det resulterar i avstannad tillväxt, brådmognad eller, i värsta fall, total nedvissning av grödan. Högre medeltemperaturer leder till ökad avdunstning från mark och växtlighet tidigare på våren. I kombination med varmare vintrar och utebliven snösmältning gör det att framför allt de små vattenmagasinen tidigt torkar ut, tillsammans med markytan. Längre perioder med torka gör att behovet av bevattning förväntas öka. Förutom sämre tillväxt ökar stressen hos växterna under torrår, vilket ger sämre motståndskraft mot skadeinsekter.

Vallen behöver regelbunden tillförsel av vatten, och skörden minskar kraftigt vid torka. Genom att blanda in torktåliga arter i vallfröblandningen ökar chansen till skörd även under torra förhållanden. Ett varmare klimat medför att nya grödor kan komma att odlas. Bland dessa kan nämnas hösthavre, durumvete och växelvete, sojaböna, linser och solros.

Skadedjur

Antalet skadeinsekter beräknas bli fler, dels genom att vissa skadedjur kommer att hinna producera fler generationer per säsong, dels genom att nya arter kan komma att introduceras. Skadeinsekterna förväntas dessutom bli aktiva tidigare på våren, vilket kan ge större direktskador på grödan samt bidra till ökad virusspridning.

Vid en temperaturhöjning med 2 grader beräknas till exempel bladlusen kunna slutföra ytterligare 4–5 generationscykler per säsong. Även om Jordbruksverkets växtskyddscentraler än så länge inte har påvisat några ökade mängder bladlöss, med undantag för majsbladlusen.

Övervintringen av skadeinsekter begränsas i dag av låga vintertemperaturer samt av den korta vegetationsperioden, som hindrar insekterna från att bygga upp ett tillräckligt energiförråd inför vintern.

Skador från sniglar har ökat och förväntas öka ytterligare, dels på grund av ökad plöjningsfri odling, dels på grund av mer nederbörd under augusti och september. Inom de närmaste åren finns risk för att nya skadegörare kommer att etablera sig i Sverige. Majsmott är en ny och allvarlig skadegörare som har upptäckts på flera ställen i södra Sverige. Koloradoskalbaggen och majsrotbaggen är andra skadeinsekter som förväntas komma. Bakteriesjukdomen Xylella fastidiosa, som angriper både örtartade och vedartade växter, är ett ökande problem i Europa, och det finns risk att den även sprids till Sverige.

Ogräs

En längre vegetationsperiod förväntas generellt ge en ökad ogräsflora, vilket framför allt påverkar områden med spannmålsodling. I ett varmare klimat hinner flera arter producera frö innan vegetationsperioden är över. En ökad andel höstsådda grödor ökar risken för fler vinterannuella ogräs.

Vanliga ogräs i södra Sverige förväntas sprida sig norrut, till exempel renkavle, hönshirs, sandlosta, luddlosta och bägarnattskatta. Ökad odling av grödor med svag ogräskonkurrerande förmåga, till exempel majs, gör att ogräs som nattskatta kan komma att bli vanligare. I takt med att vi får nya grödor kommer vi att behöva hantera nya ogräs och nya växtskadegörare.

Djurhållning

Höga temperaturer

Värmestress uppkommer när ett djur inte klarar av att göra sig av med tillräckligt mycket överskottsvärme för att behålla en normal

kroppstemperatur. Faktorer i miljön, som omgivningstemperatur, strålningsenergi och relativ fuktighet, samt värmen som produceras av inre organ bidrar till värmestressen. Lantbruksdjuren är, precis som människor, jämnvarma. Blir det för varmt blir djuren oroliga och söker sig om möjligt till kallare platser.

Djurens möjligheter att reglera kroppsvärmen påverkas av luftfuktigheten. Vid låg luftfuktighet fungerar vattenavdunstningen bättre som avkylning genom hässjning och svettning. Däremot sker mindre vattenavdunstning vid hög luftfuktighet, vilket minskar möjligheten att avge värme och sänka kroppstemperaturen. Grisar, som inte kan svettas, vill gyttjebada. Höns lägger sig på golvet, sprider ut vingarna och reglerar fjädrarna så att luft kan komma in direkt mot huden. Efter detta inledande skede, där djuren aktivt försöker kyla sig, blir de mer och mer passiva.

Om omgivningstemperaturen blir för hög för ett djur kan det drabbas av värmeslag, vilket uppstår när kroppstemperaturen är högre än den normala kroppstemperaturen. Allvarligt värmeslag kan på kort tid leda till att djuret dör.

De stallbyggnader som projekteras och byggs i dag planeras att hålla i 10–60 år. Därmed måste man redan nu ta hänsyn till hur klimatet kommer att se ut i framtiden. Husens placering, dräneringssystem och vattenförsörjning är några faktorer som behöver anpassas till framtidens klimat.

De största effekterna på djurhälsan i Sverige under den varma och torra sommaren 2018 kan kopplas till värmestress. Negativa effekter som sågs var nedsatt fruktsamhet, minskat brunstbeteende, ökade mängder inflammationsceller i mjölken och fler juverinflammationer.

Översvämningsrisker

Förändrade nederbördsförhållanden kan påverka djuren negativt. Klövsjukdomar som påverkas av klimatet är infektiösa och ger upphov till bland annat klövspaltinflammation, klöveksem, klövröta och limax. Torra perioder kan ge problem med sprickor i klövarna, där inflammationer sedan kan utvecklas när regnet kommer. Det är därför viktigt att regelbundet undersöka klövhälsan hos djuren.

Drivgångar och beten bör ha god dränering, så att vattenavrinningen är god även när det kommer störtskurar. Det kan vara bra att grusa drivgångar för att förhindra att det blir lerigt vid mycket regn.

Översvämningar kan öka risken för förorenade betesmarker med exempelvis salmonella och EHEC/VTEC..

Vektorburna sjukdomar

En vektor kan vara en insekt (mygg, knott), ett spindeldjur (fästing) och, i mer sällsynta fall, andra typer av djur som inte själva utvecklar sjukdom av smittämnet. Dessa bär på smittämnet och för sedan över det till ett

värddjur. De är beroende av sin biotop, men kan vid ett förändrat klimat sprida sig utanför sitt geografiska område.

Det man har sett under senare tid är en förflyttning norrut i Europa av olika arter av svidknott, som är bärare av blåtungevirus och Schmallenbergvirus. I Sverige hade vi ett större utbrott av blåtungevirus hos idisslare 2008.

Fågelinfluensan är ett problem som blossar upp då och då. Bland annat 2006 och 2021 fick utevistelse för fjäderfäbesättningar begränsas på grund av smittrisken från vilda flyttfåglar. Dock har även besättningar som enbart hålls inomhus och dessutom bedöms ha ett extra högt smittskydd smittats. Till exempel avlivades 22 000 avelsdjur i en värphönsbesättning i Skåne i mars 2023.

Även vår vanliga fästing (*Ixodes ricinus*) har under de senare åren spridit sig över hela Sverige och har återfunnits längs Norrlandskusten. Fästingar sprider borrelia, betesfeber och sommarsjuka. Resultat från 2020 tyder på att nya smittämnen kan spridas via fästingar, vilket kan leda till nya sjukdomar och/eller att redan kända sjukdomar förvärras.

Under 2018 hittades för första gången vuxna Hyalomma-fästingar i Sverige. Denna typ av fästing kallas också för flyttfågelfästing och kommer med flyttfåglar från varmare länder. Vanligtvis kan dessa arter inte utvecklas till vuxna eller reproduktiva fästingar i Norden, men på grund av ett varmare klimat kan denna fästing eventuellt etablera sig i våra trakter.



Flyttfågelfästing *hyalomma marginatum*. Foto: SVA

Vektorburna sjukdomars utbredning påverkas, förutom av klimatet, även av förflyttning av djur, människor och gods. Genom att förändra miljön kan man minska förekomsten av vissa vektorer. Fästingar är känsliga för uttorkning. Att minska förekomsten av buskar och högt gräs på ett bete kan därför begränsa förekomsten av fästingar.

För att få kontroll över vektorburna sjukdomar i framtiden kan det bli nödvändigt att öka användningen av insektsmedel. För animalieproducenter

kan det ibland vara svårt att applicera insektsmedel rent praktiskt och det kan dessutom vara kostsamt (Albihn och Wahlström, 2009). Det behövs bättre kunskap om hur djurhållningen i Sverige kan skyddas mot dessa typer av sjukdomar utan att öka användningen av insektsmedel.

Exempel på klimatanpassning inom jordbruk

Regenerativt jordbruk

Regenerativt jordbruk strävar efter att stödja naturens egna processer ur ett helhetsperspektiv och på så sätt uppnå de bästa nyttorna både för jordbrukaren och miljön.

Ett regenerativt lantbruk försörjer människor med mat och andra råvaror genom att härma och förstärka naturens egna processer.

Genom att förbättra jordhälsan och lagra in mer kol i jorden kan man öka mullhalten och bördigheten och på så sätt få ökade skördar. En ökad kolhalt ger samtidigt en ökad vattenhållande förmåga, vilket ger ökad resiliens. Regenerativt jordbruk är på så sätt både en klimatanpassningsåtgärd och ett sätt att minska jordbrukets klimatpåverkan genom ökad kolinlagring och därmed minskad koldioxidhalt i atmosfären.

Varje plats och situation har sina egna, unika förutsättningar. Därför är det resultatet av handlingar och beslut som räknas, inte vilka metoder som används.

Regenerativt lantbruk nyttjar biologiska processer och naturens inbyggda livskraft för att stärka ekosystemprocesserna och interaktionerna dem emellan. Regenerativt lantbruk är systemomfattande, vilket innebär att det är en kontinuerlig process som genomsyrar hela produktionen.

Något som är regenerativt är uppbyggande, alltså en strävan mot ständig förbättring. Detta kan ställas mot begreppet hållbar, som snarare handlar om att minska människans negativa inverkan eller hålla kvar en nivå som är godtagbar.

Fyra principer definierar regenerativt lantbruk enligt den europeiska bondeorganisationen EARA:

1. Regenerativt bruk påvisar positiv utveckling av ekosystemets funktioner, och bidrar samtidigt till ekonomisk och social stabilitet och trygghet.
2. Regenerativt bruk är kontextspecifikt, där varje verksamhet måste bedömas utifrån sina egna förutsättningar, varför inga metoder kan föreskrivas generellt.
3. Regenerativt bruk är en kontinuerlig process som främjar allt levande, och har därför inte ett definierat slutstadium.
4. Regenerativt bruk är systemomfattande och definieras av att vara regenerativt i alla led av produktionen.

Två exempel på regenerativt jordbruk

Exempel 1. En spannmålsgård

Åkrarna på gården har kontinuerligt växttäcke, det vill säga ett växttäcke på minst 90 procent vintertid.

Växtföljden är mångsidig. Det växlas mellan ettåriga och fleråriga grödor samt grödor av olika släkten. Blandade grödor eller bottengrödor består av flera arter som odlas på åkrarna.

Gödslingsbehovet mäts med jord- och växtanalyser och åkrarna gödslas bara enligt växternas behov. Markbearbetningen minimeras på åkrarna. Grund jordbearbetning används i första hand. Grödan anläggs i samband med eller efter jordbearbetning.

Användningen av bekämpningsmedel minimeras och i första hand används mekaniska eller biologiska bekämpningsmetoder. Den biologiska mångfalden förstärks genom naturvårdsvallar eller mångfaldsremsor.

Exempel 2. Alléodling

Metoden innebär att frukt- och nötträd samt bärbuskar planteras i rader på åkermarken. Metoden anses vara mer motståndskraftig samtidigt som riskerna sprids över fler grödor. Mellan raderna kan odling av ettåriga grödor, så kallade annueller, exempelvis raps, vete och havre, fortgå. Perenner som vall eller jordgubbar kan också odlas mellan raderna.

Syftet med alléodling är att kunna odla både på marknivå och på höjden med träd och buskar. Raderna med buskar och träd ger skugga och reglerar temperaturen samtidigt som de skyddar grödor och mark från vinderosion. Mer organiskt material gör att vatten hålls bättre kvar i jorden. Riskerna sprids på flera grödor genom en varierad odling både på marknivå och på höjden.



Alléodling är ett exempel på regenerativt jordbruk Bild: Agroforestry

Anpassningsförmågan är kopplad till ekonomiska förutsättningar. Jordbruk och livsmedelsförsörjning är ett system som påverkas tydligt och direkt av förändringar i klimat och väder. De ekonomiska drivkrafterna leder till större enheter och specialisering inom jordbruket. I kombination med klimatförändringarna medför det en ökad sårbarhet för exempelvis växtskadegörare och smittor, som bedöms öka när medeltemperaturen ökar.

En något längre vegetationsperiod är redan ett faktum. Möjligheter till tidigare vårbruk, vilket skapar förutsättningar för högre skörd, är en nytta av detta. En längre vegetationsperiod innebär både möjligheter i form av ökade skördar och odling av nya grödor, men också ökade utmaningar i form av ökad risk för torka, skadedjur, skadeinsekter och skadesvampar. Det finns också en ökande utmaning med att sköta betesmarkerna till följd av mer vegetation.

Skyfall och kraftigt regn

Fler och kraftigare skyfall ökar risken för översvämningar av åkrar och odlingsbar mark. Detta minskar möjligheterna att odla och skörda på marken vid och efter en översvämning. Beroende på var en översvämning sker riskerar odlingsmarken att kontamineras av smittor eller andra oönskade ämnen. Bräddning av orenat avloppsvatten eller andra föroreningar kan också orsaka problem.

Ytavrinning från nyligen gödslad åkermark i samband med regn kan i sin tur leda till att gödseln hamnar på fel ställe och orsakar övergödning i stället för att göra nytta i livsmedelsproduktionen. Ökad nederbörd generellt och ett ökat antal skyfall innebär att risken för erosion i odlingslandskapet ökar. Det innebär att fosforförlusten från jordbruksmarken riskerar att öka och påverka redan belastade vattendrag. Partiklar kan täcka lekbottnar, samtidigt som fosforbelastningen i sig påverkar vattendragen.

Påverkan från skyfall varierar över året. Ett skyfall som inträffar vid en kritisk tidpunkt i produktionen kan slå sönder grödor som har högt ekonomiskt värde. Skyfall är oftast lokala, så de kan drabba olika delar av landskapet. Men stora nederbördsmängder vid fel tidpunkt i slättlandskapet leder till stora utmaningar för lantbruket. En gröda klarar torka betydligt längre än en vattenmättad mark.

Anpassningsförmågan är låg. Möjligheterna att skydda åkrar och odlingsbar mark mot översvämning är små. Att systematiskt arbeta med dränering och dikesunderhåll är viktigt. Likaså att se över sina riskområden och inte odla de mest värdefulla grödorna där.

Låg markfuktighet, torka, vattenbrist

Längre torrperioder i kombination med värme ökar behovet av bevattning. En längre vegetationsperiod och därmed en längre odlingssäsong gör också att behovet av vattenförsörjning ökar. Under torrperioder kommer

vattenbrist fortsatt att vara ett problem, med lägre tillgång till vatten för bevattning av jordbruket. Bevattning är ett sätt att höja skörden även under normalår.

Anpassningsförmågan är relativt låg. Ändrade förhållanden vad gäller markfuktighet kommer att kräva anpassningar, bland annat i form av förändrade grödoval och förändrad vattenanvändning. Prioriteringar och bättre hushållning med vatten kommer att behöva göras. Åtgärder som håller kvar vatten i landskapet kommer också att krävas för att minska riskerna och konsekvenserna vid vattenbrist. Ett problem är distributionen och de långa sträckorna mellan stora vattenresurser och områden för livsmedelsproduktion.

Transnationella risker

Förändrade förhållanden för odling i andra länder, i kombination med ändrade förhållanden för odling i Sverige, kan medföra både risker och möjligheter. Temperaturökningen orsakar sämre förutsättningar för odling globalt sett, vilket kan leda till stigande matpriser. Marknaden är känslig för extrema vädertillstånd. Jordbruk och livsmedelsförsörjning i länet är mycket importberoende när det gäller insatsmedel i form av gödsel, drivmedel och kemikalier.

Länsstyrelsen bedömer att anpassningsförmågan i relation till de transnationella riskerna är låg, eftersom transnationella risker är svårbedömda och innebär långa och komplexa kedjor av orsakssamband samt långa och komplexa globala leverantörskedjor. Det är därför svårt att på regional nivå bedöma risker och identifiera anpassningsbehov. Kunskapen om detta behöver öka.

Länkar och mer information

Sveriges miljömål Kalmar län - Sveriges miljömål
Lagar.nu En livsmedelsstrategi för Sverige – fler jobb och hållbar tillväxt i hela landet | lagen.nu
Livsmedelsverket Klimatanpassning för livsmedelsföretag
SLU ff-report-9-jordbrukets-klimatanpassning.pdf
SMHI Klimatologi_71_Myndigheters arbete med klimatanpassning 2022.pdf
Regeringskansliet kortversion-av-livsmedelsstrategin-2.0.pdf
World resource institute Creating a sustainable food future
wri13_report_4c_wrr_online (2).pdf
Forskning.se Så ska bönderna tackla klimatkrisen - forskning.se
SLU Metoder för att motverka värmestress hos slaktgrisar Ancher_J_210607.pdf
Hushållningssällskapet Microsoft Word - Rapport Husdjur_slutversion februari 2024
SVA Klövspaltsinflammation hos nötkreatur - SVA
The Lancet (PDF) Climate change and infectious disease in Europe: Impact, projection and adaptation
SVA Folkhälsa - Djurhälsa Ny ansvarsfördelning mellan stat och näring SOU 2010:106 Del C
Science of the total environment Neonicotinoid insecticides in global agricultural surface waters – Exposure, risks and regulatory challenges - ScienceDirect
Lunds universitet Pollinators' exposure to pesticides via pollen, nectar and air in the agricultural landscape: CKB report 2022:1 - Lund University
Baltic sea action group Kriterierna för regenerativt jordbruk - Baltic Sea Action Group
Regenerativt Sverige Grundprinciper — Regenerativt Sverige
Örebro universitet Hållbar livsmedelsproduktion i Sverige - att odla och äta från perenna system - MTM - Örebro universitet
SMHI Alléodling anpassar jordbruk till förändrat klimat — SMHI
SLU Jordbrukets klimatanpassning rydberg_i_et_al_200127.pdf

Samhällsskydd och beredskap

De snabba förändringar i klimatet som vi har att vänta de närmaste årtiondena kommer att påverka samhället på många olika sätt. I viss utsträckning kommer vi att kunna hantera klimatförändringarnas konsekvenser genom att samhället successivt anpassas. Om vi inte förmår anpassa samhället i tillräcklig takt och omfattning, ökar risken för olika typer av olyckor, störningar och problem. Klimatförändringarna kan då komma att förstärka olika slags hot och risker och därmed göra arbetet inom samhällsskydd och beredskap mer angeläget.

Klimatförändringar påverkar samhällsskydd och beredskap direkt genom att de medför ökad risk för extrema väderhändelser och naturolyckor. Indirekt kan klimatförändringarna också öka risken för störningar och avbrott i samhällsviktiga verksamheter.

Infrastruktur och bebyggelse kan komma att utsättas för större påfrestningar, vilket ökar risken för skador och förstörelse. Vidare kan den nationella riskbilden också komma att påverkas av utvecklingen i omvärlden, där klimatförändringarna förväntas få ännu mer omfattande konsekvenser. Exempelvis skulle klimatförändringar kunna bidra till att risken för störningar i internationell handel, livsmedelsbrist och social oro ökar. Efterfrågan på internationellt stöd i samband med naturkatastrofer kan också komma att öka.

Klimatrelaterade risker

Klimatförändringarna medför en ökad risk för extrema väderhändelser och naturolyckor. Detta har en direkt och tydlig påverkan på samhällsskydd och beredskap. Det nya klimatet förväntas påverka frekvensen, styrkan och den geografiska fördelningen av extrema väderhändelser. Bland de direkta konsekvenserna märks högre temperaturer, ökad nederbörd och stigande havsnivåer.

Höga flöden, översvämningar och skyfall

Att undvika eller begränsa omfattningen eller utbredningen av större översvämningar vid extremt hög nederbörd är svårt längs sjöar och vattendrag. Men översvämningar vid höga till mycket höga flöden kan till viss del begränsas genom magasinering och rensning. Vilka åtgärder som är lämpliga beror på det enskilda avrinningsområdets hydrologiska förutsättningar. Avrinningsområdets form har avgörande betydelse för hur fort vattnet når vattendraget och påverkar också översvämningsrisken.

Förslag till lösningar för att motverka översvämningsskador och brist på bevattningsvatten samt uppnå god ekologisk status bör diskuteras inom hela avrinningsområdet för att kostnadseffektiva lösningar ska kunna identifieras. Översvämningar kan även drabba till exempel hårdgjorda och bebyggda områden vid kraftig nederbörd.

Åtgärder

- Planera för översvämningar per avrinningsområde utifrån olika intressen och risker.
- Planera för dagvatten och översvämningar i tätbebyggda områden, se över höjdsättningen och riskerna i befintliga VA-system.
- Se över beredskapen för översvämningar.

Höga temperaturer, värmeböljor

Fler och intensivare värmeböljor kommer att öka antalet dödsfall sommartid. Berörda verksamheter behöver se över påverkan inom sina respektive verksamhetsområden. Detta är särskilt viktigt inom vård och omsorg, eftersom effekterna bedöms vara störst för människors hälsa. Det är viktigt att ta fram rutiner och checklistor.

Urbana värmeöar behöver identifieras och åtgärder vidtas för att minska riskerna vid värmeböljor. Tätbebyggda områden värms upp och lagrar värme under varma perioder. Höga temperaturer innebär ökade risker för smittspridning, både genom förändrade spridningsmönster och genom nya sjukdomar. Dricksvattenförsörjningen kan påverkas genom försämrad kvalitet på råvattnet till följd av ökad tillväxt av mikroorganismer.

Åtgärder

- Genomför förmågebedömning för värmeböljor.
- Säkerställ god beredskap för värmeböljor.
- Kartlägg riskområden för urban värmeöeffekt.
- Kartlägg lokala risker för särskilt utsatta grupper på äldreboenden.

Konsekvensbaserade vädervarningar

Konsekvensbaserade vädervarningar infördes 2021. Varningsnivån baseras på hur allvarliga konsekvenser vädret förväntas få och bestäms i samverkan mellan SMHI och berörd länsstyrelse.

För översvämning finns orange och röd varning, röd är den allvarligaste. I mitten av januari 2023 varnades det även för höga flöden i flera områden. Höga flöden innebär att mycket vatten rör sig genom vattendragen och att strömmarna kan vara starka. Det kan vara farligt för personer som befinner sig i eller nära vattendragen.



2023 utfärdade SMHI för första gången sedan systemet infördes en vädervarning för översvämningar. Bilden visar det aktuella varningsläget den 16 januari klockan 16:45. Bild: SMHI.

Höga flöden kan leda till översvämningar, men alla översvämningar får inte en egen varning. Eftersom SMHI endast utfärdar orange och röd varning för översvämning kan mindre översvämningar falla utanför varningssystemet. Det kan till exempel handla om översvämmad åkermark eller översvämningar vid mindre vattendrag som påverkar enstaka vägar eller byggnader.

SMHI varnar alltså både för höga flöden och för översvämningar. Varningsnivån beror på hur allvarliga konsekvenserna för samhället bedöms bli.

Klimatrelaterade risker verksamhetsvis

Bebyggelse och byggnader

Ökad nederbörd, översvämningar, förändrade grundvattennivåer och skyfall ökar risken för översvämningar i bebyggelse och byggnader. Ökad risk för ras, skred och erosion kan också leda till skador på eller förlust av byggnader och bebyggelse. Detta ställer höga krav på samhällets klimatanpassningsarbete, bland annat på att undvika nybyggnation i riskområden.

Ökade översvämningsrisker kan leda till att avloppsledningarna blir överbelastade. Det kan orsaka källaröversvämningar och öka behovet av att leda ut avloppsvatten orenat (brädda), vilket medför hälsorisker. Risken påverkas också av att nederbörden förväntas falla oftare under vår, höst och vinter, då avdunstningen är låg och marken ofta är vattenmättad.

Vägar

Klimatförändringarnas konsekvenser för vägnätet förväntas bli betydande. Höga flöden, översvämningar och skyfall ökar risken för att vägar och tunnlar översvämmas och att vägar, broar och vägbankar spolas bort. Ökad nederbörd leder också till större slitage på vägarna. Stora regnmängder och stigande havsnivåer ökar dessutom risken för skred och erosion, vilket kan orsaka ytterligare skador på vägnätet.

Risken för halka är särskilt stor när temperaturen pendlar kring noll grader. Om vägbanan är blöt kan vattnet frysa till is och sedan tina och frysa om vartannat. På längre sikt förväntas temperaturen vintertid oftare ligga över noll grader, vilket innebär minskad risk för halka.

Järnvägar

Klimatförändringarna kan allvarligt påverka järnvägsnätet. Större nederbördsmängder och intensivare regn ökar risken för översvämningar och för att vatten spolar bort material i järnvägsbankar. Det kan i sin tur leda till ras och skred. Ökade flöden ökar också risken för erosion vid brostöd, landfästen och anslutande bankar. Högre temperaturer under vintern minskar risken för rälsbrott, medan högre sommartemperaturer ökar behovet av underhåll. Kraftigare vindar och fler stormfällda träd kan också påverka järnvägens elförsörjning.

Ökad nederbörd kan leda till att vatten tränger in i banvallen och för bort material från banvallen och dess underbyggnad. Det försämrar järnvägens bärighet. Plötsliga, stora vattenflöden kan spola bort material i järnvägsbanken och undergrunden, vilket kan leda till ras och skred. Tunnlar som ligger lågt i terrängen riskerar att översvämmas. Elektroniska anläggningar är känsliga för vatten och kan skadas vid översvämningar.

Sjöfart

Översvämningar till följd av höga vattenstånd kan göra att hamnar översvämmas och behöver stängas. På sikt kan hamnar behöva förstärkas för att klara stigande havsnivåer. Klimatförändringarna kan innebära att kraftiga vindar blir vanligare eller kraftigare. Kraftiga vindar kan leda till att hamnar måste stängas och att sjöräddningen utsätts för större påfrestningar.

Flyg

Luftfarten förväntas påverkas i relativt liten utsträckning av klimatförändringarna. Kraftiga snöfall och isbildning kan påverka flygtrafiken, men dessa problem förväntas minska i ett varmare klimat.

Höga flöden och intensiva regn kan orsaka översvämningar av flygplatser, vilket kan leda till att de tillfälligt måste stängas. Ökade nederbördsmängder ökar också belastningen på flygplatsernas dagvattensystem. Flygfältens bärighet kan påverkas när tjälens djup minskar.

Elektroniska kommunikationer

För området elektroniska kommunikationer (telekommunikationer, IT och radio) är det svårt att bedöma klimatförändringarnas konsekvenser, eftersom den tekniska utvecklingen går mycket snabbt. Elektroniska kommunikationer är beroende av en fungerande elförsörjning och kan därför påverkas av elavbrott.

Eldistributionen, framför allt luftledningar, kan påverkas av olika väderförhållanden. Den pågående övergången till markförlagda elkablar minskar risken för störningar. Enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen kommer dock mer väderkänsliga luftledningar att finnas kvar fram till 2040.

Kraftigare vindar och fler stormfällda träd kan öka risken för skador på elnätet. Höga flöden, översvämningar, ras och skred kan skada elledningar, elstolpar och nätstationer. Skyfall kan slå ut enskilda anläggningar. Även markkablar kan skadas när marken blir vattenmättad. Skogsbränder kan också skada eldistributionssystemet. Däremot förväntas risken för skador på grund av nedisning och blötsnö minska.

Elförsörjning

Även elproduktionen kan påverkas av klimatförändringarna. Ökad nederbörd kan skapa goda förutsättningar för ökad vattenkraftsproduktion. Även vindkraften kan gynnas av klimatförändringarna, om vindarnas energiinnehåll ökar.

Förutsättningarna för solenergiproduktion med dagens teknik kan däremot försämras. Högre temperaturer minskar solcellernas verkningsgrad. En kortare snösäsong och mindre utbredning av snötäcket innebär dessutom att mindre solljus reflekteras.

Högre havs- och kylvattentemperaturer kan minska elproduktionen från kärnkraftverk. Extremväder och naturhändelser kan också skada anläggningar för vind- och vattenkraft. Klimatförändringarna ökar risken för höga flöden, översvämningar, skyfall, ras och skred. Det ökar i sin tur risken för skador på elanläggningar. Samtidigt minskar ett varmare klimat risken för nedisning, som kan orsaka driftstopp i vindkraftsproduktionen.

Värme och kylbehov

Klimatförändringarna kommer kraftigt att påverka värme- och kylbehoven. Värmebehovet kommer att minska kraftigt, med cirka 15 procent i inlandet och 25 - 30 procent vid kustlandet, till följd av temperaturhöjningen. Kylbehovet kommer i stället att öka med 3–4 graddagar i inlandet och upp till 15 graddagar vid kustlandet, där graddagar är ett mått på temperaturrelaterat kylbehov. För att få ett mer exakt resultat behövs plattsspecifika analyser.

Dricksvatten

Klimatförändringarnas konsekvenser för dricksvattenförsörjningen kan enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen bli avsevärda. Vattentillgången i Kalmar län förväntas minska. Kvaliteten på råvattnet i vattentäkter kan påverkas negativt av stigande temperaturer samt större variationer i nederbörd och vattenflöden. Stigande havsnivåer ökar risken för saltvatteninträngning i vattentäkter nära kusten.



Foto: Mostphotos.

Även distributionen av dricksvatten kan påverkas av klimatförändringarna. Risken för skador på vattenledningar och föroreningar av dricksvattnet ökar till följd av en ökad risk för översvämningar, ras och skred. Risken för skador

på vattenledningar på grund av kyla och tjäle minskar däremot. Under vintern 2009–2010 inträffade störningar i dricksvattenförsörjningen på flera håll i landet.

Dricksvattenförsörjningens olika delar är sårbara för olika extrema väderhändelser. Klimatförändringarna ökar risken för akuta händelser, till exempel längre avbrott i dricksvattenleveranserna, otjänligt dricksvatten och i värsta fall sjukdomsutbrott till följd av förorenat vatten. Hur allvarliga konsekvenserna blir beror bland annat på vilken beredskap som finns.

Ur mikrobiologisk synpunkt är utsläpp av orenat avloppsvatten, exempelvis genom nödavledning och bräddning, samt föroreningar från djurhållning och gödsel de största hoten. Ur kemisk synpunkt är det främst utsläpp av olja och bensin som utgör en risk. Svenska ytvattenverk har inte reningsteknik som är anpassad för att rena vatten som är kraftigt förorenat av kemiska ämnen eller mikroorganismer. Ytvattentäkter kan även få problem med ökade halter av humusämnen.

Av 3 kap. 8 § miljöbalken (MB) framgår att mark- och vattenområden som är särskilt lämpliga för anläggningar för vattenförsörjning ska skyddas. Sådana områden kan exempelvis omfatta mark för vattenledningar, vattenverk och infiltrationsdammar. Det kan därför behövas en översyn av vilka områden som har ett faktiskt skydd.

- Klimat- och sårbarhetsutredningen pekar på behovet av analyser av dricksvattenförsörjningen.
- Analysera sårbarheter i varje lokalt vattenförsörjningssystem.
- Skydda vattentäkter mot ökande risker för kemiska och mikrobiologiska föroreningar.
- Öka vid behov den mikrobiologiska säkerheten vid dricksvattenberedningen i vattenverken.
- Vidta åtgärder för att hantera förändringar i råvattnets kemiska och biologiska kvalitet samt temperatur.
- Förbered distributionssystemet på större påfrestningar. I vissa områden ökar exempelvis risken för ras och skred som kan skada vattenledningsnätet.
- Förbättra beredskapen för störningar till följd av extremväder och andra effekter av klimatförändringarna som kan påverka vattentäkter, vattenverk och distributionsanläggningar.

Turism

Turistnäringen i Sverige kan enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen få fler möjligheter under sommaren, tack vare en längre sommarsäsong och högre badtemperaturer. Sommarturismen i Sverige kan också öka om färre turister väljer att resa till Medelhavsländerna på grund av höga sommartemperaturer och brist på färskvatten.

Samtidigt kan varmare somrar försämra vattenkvaliteten i sjöar, öka risken för algblomning och leda till fler skogsbränder. Det kan påverka sommarturismen negativt.

Klimatrisker och anpassningsbehov

Vårt samhälle behöver hantera flera hot och risker samtidigt och stärka sin förmåga att stå emot olika samhällsstörningar. Uppbyggnaden av totalförsvaret behöver ta hänsyn till klimatförändringarna. Det finns flera kopplingar mellan totalförsvaret och klimatanpassningsarbetet, inte minst när det gäller försörjningsberedskap:

- Förändrade klimatförutsättningar påverkar totalförsvarets förutsättningar, sårbarheter och möjligheter.
- Åtgärder för att klimatanpassa samhället stärker också vår förmåga att hantera samhällsstörningar.
- En robust infrastruktur och en motståndskraftig landsbygd bidrar till att trygga samhällets försörjning. Lokalproducerade livsmedel kan minska sårbarheten vid störningar i globala försörjningskedjor. Genom att samordna arbetet kan vi ta till vara på positiva synergieffekter och lättare hantera målkonflikter.

Länkar och mer information

Sveriges riksdag Miljöbalk (1998:808) | Sveriges riksdag

MCF Klimatförändringarnas konsekvenser för samhällsskydd och beredskap

SMHI Varningar och meddelanden — SMHI

Sveriges riksdag Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter, del 1 (Statens offentliga utredningar 2007:60) | Sveriges riksdag

Folkhälsa

Ett förändrat klimat påverkar olika grupper i samhället och kan få konsekvenser för jämlikhet, jämställdhet och trygghet. Särskilt bland unga kan oron för framtiden och klimatet bero på en känsla av att beslutsfattare och vuxna inte gör tillräckligt. Det kan leda till att vissa tar avstånd från problemen eller förnekar dem, men också till ökat engagemang och en vilja att agera.

Klimatförändringarna kan förstärka befintliga orättvisor och skapa nya sårbarheter. Personer och grupper som redan är utsatta drabbas ofta hårdare vid kriser. För särskilt utsatta grupper, exempelvis barn och kvinnor i socioekonomiskt utsatta områden, kan ojämlikheten öka och möjligheterna till jämlika levnadsvillkor försämras. Utsatta personer och grupper påverkas ofta oproportionerligt mycket av klimatförändringarna.

De bidrar ofta mindre till utsläppen, men drabbas hårdare av konsekvenserna.

Som ett exempel drabbas socioekonomiskt utsatta områden hårdare av värmeböljor. Temperaturen är i genomsnitt 1–2 grader högre i dessa områden än i socioekonomiskt starkare områden. Det beror bland annat på att det ofta finns mindre grönska och fler hårdgjorda ytor. Personer som bor i dessa områden har ofta låga inkomster och kan därför ha svårare att bekosta åtgärder som skyddar bostaden mot värme. Längre somrar och fler soltimmar kan också öka kostnaderna för att hålla sig sval och skydda sig mot solen. Det kan förvärra en redan ansträngd ekonomi.

I slutet av århundradet kan antalet värmeböljor uppgå till 10–15 per år, jämfört med ungefär en värmebölja vartannat år i dag. Extrem värme innebär hälsorisker för särskilt sårbara grupper, framför allt äldre, personer med kroniska sjukdomar och små barn.

Ett varmare klimat ökar också risken för smittspridning. Spridningen av smittsamma sjukdomar kan förändras, och nya sjukdomar och smittbärare kan förekomma i Sverige. Högre temperaturer kan dessutom öka tillväxten av mikroorganismer i livsmedel.

Enligt den nationella klimat- och sårbarhetsutredningen har följande infektionssjukdomar ett starkt eller mycket starkt samband med klimatförändringarna: TBE, borreliainfektioner, visceral leishmaniasis, badsårsfeber, EHEC, kryptosporidios, campylobacterinfektion, algtoxinförgiftning, legionella och matförgiftning orsakad av toxiner..

Sammanfattning nationell analys på folkhälsan

Folkhälsomyndigheten har tagit fram en analys av klimatförändringarnas konsekvenser för hälsan. Utifrån rapporten har vi valt ut de delar som beskriver klimatrelaterade faror som särskilt berör socialt utsatta grupper och geografiska områden.

Värmeböljor

Värmeböljor är den klimatrelaterade fara i Sverige som påverkar folkhälsan mest. Perioder med höga temperaturer kommer att bli allt vanligare, vilket kan leda till flera olika hälsoproblem. Hur allvarliga konsekvenserna blir beror på hur intensiv och långvarig värmeböljan är.

Till riskgrupperna hör personer med kroniska sjukdomar, äldre, personer med fysiska eller psykiska funktionsnedsättningar, små barn och gravida.

Värmeböljor kan också öka halterna av luftföroreningar inomhus. Värme och fukt kan öka avgången av kemiska ämnen från olika material. Det kan påverka personer som vistas mycket inomhus, exempelvis äldre, särskilt mycket.

Trångboddhet kan också göra det svårare att hålla bostaden sval under en värmebölja.



Värmebölja. Foto: Pixabay.

Vissa yrkesgrupper löper större risk att utsättas för hälsoskadlig värme, till exempel personer med tungt fysiskt arbete och blåljuspersonal som bär skyddskläder. Värmeböljor innebär också särskilda utmaningar i verksamheter som äldreomsorg, förskolor och sjukhus, där det är viktigt att hålla en lämplig temperatur för att skydda människors hälsa. Inom omsorgs- och vårdyrken, där kvinnor är överrepresenterade och arbetsvillkoren kan vara mindre gynnsamma, kan den höga fysiska och psykiska belastningen göra det svårare att hantera värmen.

Faktorer som påverkar sårbarheten är exempelvis:

- Andelen äldre i befolkningen. Personer över 65 år kan ha ytterligare riskfaktorer, till exempel sjukdomar, läkemedelsbehandling och socioekonomiska förhållanden. Även social isolering, avsaknad av sociala aktiviteter och svårigheter att lämna hemmet kan öka sårbarheten.
- Tid på året. Värmeböljor inträffar under sommaren, då personal inom vård och omsorg ofta har semester. Det kan leda till lägre bemanning samtidigt som risken för överbeläggning ökar.
- Hur klimatanpassad bebyggelsen är. Byggnadernas utformning och klimatanpassning påverkar inomhustemperaturen.

Personer som bor i tätorter är särskilt utsatta för värme på grund av så kallade urbana värmeöar, där temperaturen är högre än i omgivande områden. Effekten kan minskas genom god samhällsplanering, framför allt genom att bevara och utveckla grönområden och annan grönska.

Vid värmeböljor kan halterna av luftföroreningar, till exempel marknära ozon och luftburna partiklar, öka. Det kan ytterligare öka risken för ohälsa och dödsfall.

Möjligheten att ta till sig krisinformation varierar bland annat beroende på språkkunskaper. Viktiga faktorer för anpassningsförmågan är att informationen är tillgänglig och begriplig samt att det finns tillit till samhällets institutioner och demokratin. Barn är beroende av vuxna för att kunna skydda sig mot de negativa effekterna av höga temperaturer.

Ökad medeltemperatur

När medeltemperaturen stiger ökar risken för att smittsamma sjukdomar förekommer och sprids, vilket kan leda till ökad belastning på vård och omsorg. I ett varmare klimat kan sjukdomar som sprids via insekter, fästingar och gnagare bli vanligare, samtidigt som högre temperaturer kan skapa bättre förutsättningar för större gnagarpopulationer och därmed öka risken för smittspridning mellan djur och människor.

Kostnaden för vaccin, exempelvis mot TBE, kan påverka människors möjligheter att skydda sig och är ett exempel på hur ekonomisk ojämlikhet påverkar individers anpassningsförmåga.

Klimatförändringar med högre temperaturer och kraftigare nederbörd kan också påverka förekomsten av myggor och göra det möjligt för nya myggarter som kan sprida sjukdomar att etablera sig i länet. Det kan även bero på att myggarter som människor oavsiktligt fört in i landet kan överleva de allt varmare vintrarna.

Längre vegetationsperioder

En längre vegetationsperiod som börjar tidigare på året innebär att personer med astma och pollenallergi påverkas mer än tidigare. Pollensäsongen blir längre och intensivare, och antalet personer med pollenallergi har ökat under senare år.

Ökad medeltemperatur påverkar också förekomsten och spridningen av luftföroreningar, som kan påverka nästan alla organ i kroppen och orsaka både akuta besvär och kroniska sjukdomar. Äldre, barn och personer med underliggande sjukdomar, exempelvis astma och hjärt-kärlsjukdomar, är särskilt känsliga vid kortvarig exponering för luftföroreningar.

Översvämningar

Översvämningar kan försämra framkomligheten på vägar och därmed försvåra för blåljusverksamhet, hemtjänst och annan kommunal service. De kan också göra det svårare för barn att ta sig till och från skolan. Vattenskador och fukt kan öka risken för mögel, röta och kvalster, samtidigt som byggnader för vård och omsorg riskerar att översvämmas.

Skyfall kan också öka halterna av sjukdomsframkallande mikroorganismer i vattentäkter. Risken för livsmedelsburen smitta kan öka till följd av högre temperaturer och förorenat bevattningsvatten.

Människors förmåga att hantera klimatrelaterade risker varierar beroende på bland annat ekonomi, hälsa och utbildning. Utsatta grupper kan ha svårare att ta till sig krisinformation, vilket kan påverka deras möjligheter att agera på varningar om översvämningar.

Klimatförändringarna kan också påverka människors hälsa genom att äldre förorenade områden, exempelvis deponier med giftiga ämnen, kan blottläggas vid översvämningar, ras och skred. Det kan leda till att föroreningar sprids och innebär risker för människors hälsa.



Översvämning från skyfall Kalmar 2021. Foto: Lars Ljungström.

Vem får delta i besluten om framtiden?

En viktig fråga i beslut om klimatanpassning är vilka som får vara delaktiga. En rättvis process inkluderar både dem som berörs av en strategi eller åtgärd och dem som fattar beslut om och genomför den. Delaktighet i beslutsprocesser är viktigt för att de berördas perspektiv och behov ska tas till vara.

Exempel stigande havsnivåer

Hur ska vi hantera ansvarsfrågan när det gäller anpassning till stigande havsnivåer? Är det kommunens ansvar att skydda stora och dyra hus vid vattnet och lägga resurser på det? Är det rättvist att höja skatten för att skydda enskilda fastighetsägares hus längs stränderna?

Det är lätt att se det ekonomiska värdet av hus och infrastruktur, men det finns också andra värden, till exempel kultur- och naturvärden, som är svårare att sätta ett pris på. Ska vi tillåta bebyggelse på bekostnad av naturen och framtida generationers möjligheter att ta del av den?

Ett annat exempel är om vi väljer att fortsätta bygga på lågt liggande mark. Då blir kostnaderna för att skydda eller flytta bebyggelse och infrastruktur större i framtiden.

Genom sådana beslut riskerar vi att prioritera dagens behov framför framtida generationers behov. Den centrala frågan är hur vi ska balansera nuvarande och framtida generationers behov i klimatanpassningsarbetet.

Hur tar vi ansvar för beslut vars konsekvenser märks först i framtiden? Myndigheter och kommuner har också ett ansvar att planera långsiktigt och ta hänsyn till framtida konsekvenser.

Barn drabbas särskilt hårt av klimatförändringarnas konsekvenser. Viktiga aspekter av barns rättigheter i klimatanpassningsarbetet är:

- Barn är särskilt sårbara för flera klimatrelaterade faror, framför allt värmeböljor och luftföroreningar.
- Barn som lever i dag kommer att påverkas under en stor del av sina liv av klimatförändringarnas konsekvenser, eftersom effekterna väntas bli allt mer märkbara under deras livstid.
- Barn har rätt att vara delaktiga i frågor som berör dem. De påverkas av de val och beslut som fattas i dag, både när det gäller klimatanpassningsarbetets inriktning och hur åtgärderna utformas.

Transnationella risker

Brist på importerade livsmedel eller höjda priser påverkar framför allt personer i socioekonomiskt utsatta grupper. Klimatrelaterade geopolitiska risker bidrar till ett försämrat säkerhetsläge. Samhällsstörningar drabbar ofta de mest utsatta hårdast, eftersom de har sämre förutsättningar att förbereda sig och klara kriser på egen hand.

Länkar och mer information

Folkhälsomyndigheten Miljöhälsorapport 2021 — Folkhälsomyndigheten

Oxfam Ojämlikheten bakom klimatkrisen - Oxfam Sverige

Folkhälsomyndigheten Hälsokonsekvenser av klimatförändring i Sverige - Erisk- och sårbarhetsanalys

Institutet för mänskliga rättigheter Klimat, miljö och mänskliga rättigheter - Institutet för mänskliga rättigheter

Kulturmiljö

Riksantikvarieämbetet har tagit fram en handbok som beskriver klimatförändringarnas effekter på sju kategorier av kulturmiljöer.

Nedan följer en beskrivning av klimatriskerna inom dessa kategorier.

Byggnader och anläggningar

Byggnader kan vara offentliga byggnader, privata bostäder, hyreshus, stugor på landet, kyrkor, slott och herrgårdar. Även ruiner räknas hit. De är arkeologiska lämningar ovan mark och består ofta av murverk.



Borgholms slott. Foto: Lars Ljungström.

Anläggningar kan till exempel vara broar, vägar, järnvägar, kanaler, dammar, reservoarer, gräns- och stödmurar samt vallar och andra konstruktioner. En stor del av den befintliga infrastrukturen har historiska värden och har byggts med material och metoder som liknar dem som använts för byggnader.

Temperatur

Ökad biologisk tillväxt, till exempel av mossa, alger och högre växter, kan påskynda nedbrytningen av byggnadsdelar. Ökad termisk påfrestning kan också orsaka sprickor i hårda material och skador på byggnadsdelar.

Översvämning

Översvämningar kan orsaka markrörelser och instabilitet samt öka risken för nedbrytning och skador på byggnader och tekniska försörjningssystem. De kan också begränsa eller hindra tillträdet till platser.

Stormar och hårda vindar

Hårda vindar kan orsaka fysiska skador på byggnader.

Parker och trädgårdar

Trädgårdar och parker är medvetet gestaltade platser med växter, gångar, murar, byggnader och andra formelement.

De innehåller ofta planteringar, öppna ytor, vattenmiljöer och naturliga landskapsdrag. Det kan också finnas spår av omformad mark, till exempel trädgårdsterrasser. Kategorien omfattar botaniska trädgårdar och stadsparker.

Temperatur

Spridning av skadegörare, sjukdomar och invasiva arter kan skada eller leda till förlust av befintliga livsmiljöer, trädslag och växtarter. Förändrade vegetationsperioder kan också förändra karaktären hos parker, trädgårdar och kulturlandskap.

Översvämning

Vattenmättad mark, översvämningar och avrinning från angränsande områden kan orsaka erosion och skada eller förstöra planteringar och trädgårdar. Fukt kan också leda till att träkonstruktioner ruttnar, exempelvis i växthus och kallbänkar samt i upphöjda odlingsbäddar och andra träkonstruktioner.

Hårda vindar och stormar

Hårda vindar och stormar kan orsaka fysiska skador på planteringar, trädgårdar och naturliga livsmiljöer.

Bränder

Skogsbränder kan bli vanligare eller mer intensiva och därmed skada eller förstöra planteringar, trädgårdar och naturliga livsmiljöer.

Kulturlandskap och biologiskt kulturarv

Kulturlandskapet är resultatet av samspelet mellan människan och miljön under tusentals år. Spåren av det förflutna finns överallt omkring oss, både i det öppna odlingslandskapet, i skogen och mitt i storstaden.

Biologiskt kulturarv är natur som berättar om kultur. Det omfattar ekosystem, naturtyper och arter som har uppstått, utvecklats eller gynnats genom människans användning av landskapet. För att det biologiska kulturarvet ska finnas kvar på lång sikt krävs ofta fortsatt brukande och skötsel.

Temperatur

Förändrade klimatförhållanden påverkar vilka arter som finns i olika växtsamhällen. Invasiva arter, skadegörare och sjukdomar kan spridas till nya områden och skada eller tränga undan befintliga trädslag och växtarter.

Översvämning

Översvämningar kan orsaka erosion och förändra landskapet. Vattenmättad mark kan också skada trädgårdar, parker, tillfartsvägar och gångbanor samt skada planteringar och öka risken för att träd blir instabila.

Hårda vindar och bränder

Hårda vindar och bränder kan orsaka fysiska skador på planteringar, trädgårdar och naturliga livsmiljöer.

Kulturarv under vatten

Kulturarv under vatten omfattar lämningar efter mänsklig verksamhet som finns på botten av hav, sjöar eller vattendrag. Det kan vara platser, anläggningar, vrak och andra lämningar med tillhörande miljöer. Det kan också handla om spridda lämningar, till exempel grupper av föremål på havsbotten från förhistoriska landskap som numera ligger under vatten.

Temperatur

Högre temperaturer och ökad koldioxidhalt i havsvattnet, vilket bidrar till havsförsurning, kan öka korrosionen på vrak, konstruktioner och metallföremål.

Översvämning

Förändrade vattenflöden kan leda till att kulturmiljöer under vatten friläggs, begravs eller eroderar. Det kan orsaka skador på eller förlust av lämningar, exempelvis i vattendrag.

Havsnivåhöjning/stormar

Stormar kan, i kombination med förändrade havsnivåer och ökad erosion, frilägga eller erodera kulturmiljöer under vatten och därmed orsaka skador eller förlust av lämningar.

Strandnära kulturmiljö

Kulturmiljöer vid vatten omfattar platser i skärgården och längs kuster och sjöar, där både havets och landets naturliga processer påverkar miljön. De kan omfatta alla typer av historiska miljöer som beskrivs i övriga kategorier, men också miljöer som är särskilt knutna till vatten, till exempel hamnar, pirar, slipar och havsvallar.

Kulturmiljöer finns också längs med och i vattendrag, som har haft stor betydelse för människor genom historien. Här finns tusentals fornlämningar och andra kulturlämningar från de äldsta skedena i Sveriges historia fram till i dag.

Temperatur

Varmare och torrare förhållanden i kombination med hårda vindar kan öka vinderosionen och förflyttningen av sand och jord. Det kan frilägga arkeologiska fynd som tidigare legat under markytan, men också leda till att kulturarv ovan mark begravs.

Översvämning

Översvämningar längs kusten kan bli vanligare och mer omfattande, vilket kan skada eller förstöra kulturarv. Saltvatten kan också tränga in i kustnära jordlager och påverka bevarandet av arkeologiska lämningar, exempelvis i sanddyner och andra jordlager.

Hårda vindar

Förändringar i kustens naturliga processer kan öka erosionen längs mjuka kuststräckor. Det kan frilägga, skada eller förstöra arkeologiska fynd och göra stående lämningar instabila.

Hårda vindar kan också öka våghöjden och påskynda erosionen, vilket kan leda till att kulturmiljöer vid kusten skadas eller förstörs.

Havsnivåhöjning

Höjda havsnivåer kan leda till ökad salthalt i kustnära jordar, vilket kan förändra förutsättningarna för att bevara arkeologiska lämningar som ligger begravda i marken.

Arkeologiska lämningar

Lämningar ovan jord är spår av mänsklig aktivitet som finns synliga ovan mark och är utsatta för väder och vind. De kan till exempel vara förhistoriska resta stenar och begravningsplatser, medeltida byggnader som slott och kloster samt senare lämningar, exempelvis övergivna industriområden.

Lämningar under jord är spår av mänsklig aktivitet som finns bevarade i marken. Det kan vara lämningar och föremål som har dokumenterats eller grävts ut tidigare, men också sådana som ännu inte har undersökts.

Exempel är förhistoriska begravningsplatser, fornborgar, växtrester och föremål från mänsklig aktivitet.

I Skandinavien finns också platser där lämningar friläggs när glaciärer och snölegor smälter. Det ger ny kunskap när fynden kan tas om hand, men innebär också stora utmaningar eftersom lämningarna behöver bevaras under förändrade klimatförhållanden.

Temperatur
Uttorkning kan orsaka sprickor i hårda material och påskynda nedbrytningen av organiskt material som används vid datering av arkeologiska fynd.

Bränder
Högre temperaturer ökar brandrisken, vilket kan skada eller förstöra känsliga kulturmiljöer och arkeologiska lämningar.

Översvämning
Ökad nederbörd och mer långvarigt vattenmättad mark kan påskynda nedbrytningen av fornlämningar och leda till att de skadas eller går förlorade. Långvarig nederbörd kan också öka den biologiska tillväxten på markytan.

Vegetationsperiod
En längre vegetationsperiod kan innebära att växter och träd växer under en större del av året. Rötter kan då skada arkeologiska lämningar och förändra jordlagren, vilket kan leda till att viktig information om lämningarnas historia går förlorad.

Samlingar, föremål och interiörer

Samlingar och interiörer är flyttbara historiska föremål och fasta arkitektoniska strukturer som finns i inomhusmiljöer, till exempel museer, gallerier och andra byggnader.

Samlingar är ex situ-objekt som har skapats eller modifierats av människor och som varierar i storlek, typ, ålder och material. Det kan till exempel vara prydnadsföremål, verktyg, konst, dekorationer, textilier, möbler, böcker, arkiv, fotografier, naturhistoriska objekt och industriella artefakter.

Interna strukturer är in situ-objekt som är dekorativa eller strukturellt fasta och finns inuti byggnader och andra strukturer. Det kan till exempel vara väggbeklädnad, paneler, gips, träbjälkar, golvplattor, fönsterglas och dörrar. Hit räknas också ”ekofakter”, det vill säga organiskt material som frön, obearbetade djurben, blötdjursskal och nötskal. Sådant material ingår vanligtvis i arkeologiska samlingar och förvaras tillsammans med andra föremål på museer.

Översvämningar

Markrörelser, ökad nederbörd och ökad biologisk tillväxt på byggnader kan indirekt påverka samlingarna inuti byggnaden.

Temperatur

Högre luftfuktighet inomhus till följd av högre temperaturer och ökad nederbörd, vilket kan orsaka:

- ökad förekomst av mögel och svampangrepp
- ökad risk för nya insekts- och skadedjursarter samt fler livscykler per år för befintliga insekter och skadedjur
- svällning, deformering eller missfärgning av organiska föremål, korrosion av metaller och misslyckade bevarandeåtgärder.

Fluktuerande luftfuktighet inomhus till följd av mer frekventa perioder av väta och torka, vilket kan orsaka sprickbildning, klyvning och böjning av material och föremål.

Brand

Ökad brandrisk, vilket kan orsaka fysiska skador på och förlust av interna strukturer och samlingar.

Länkar och mer information

Riksantikvarieämbetet Handbok i klimatpåverkan på kulturarv - Riksantikvarieämbetet

Historic environment Scotland climate-change-impacts-guide.pdf

Länsstyrelsen Kalmar Kulturarv och klimatförändringar i Kalmar län

Länsstyrelsen Kalmar Klimatförändringar och världsarv

Klimatförändringar

Generationsmålet

Miljömålen fyllde 25 år 2025. Så här formulerade riksdagen generationsmålet när miljömålen infördes år 2000:

”*Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.*”

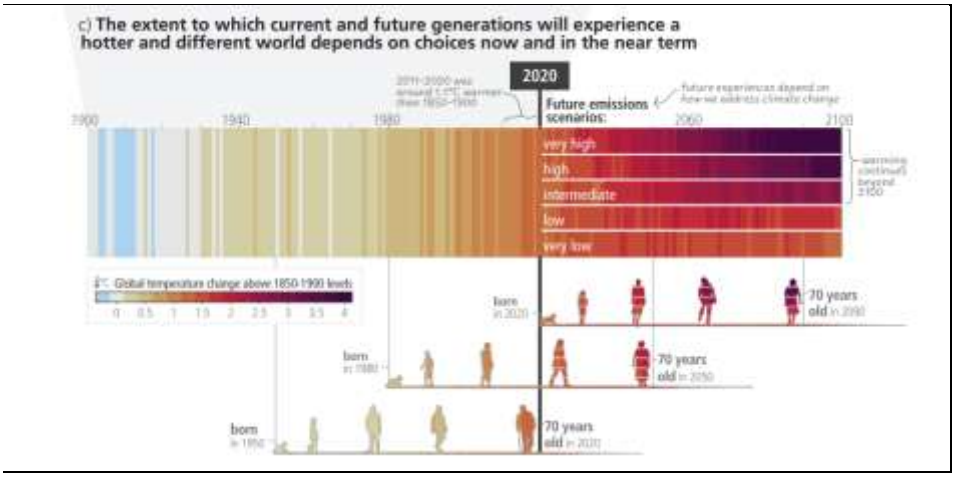
År 2023 gjorde Naturvårdsverket följande bedömning av generationsmålet:

”*Sammantaget är bedömningen att den miljöpolitiska inriktning som målet beskriver inte följs. Generationsmålet kommer inte att uppfyllas fullt ut till 2030, vare sig inom Sverige eller med avseende på svensk konsumtions påverkan i andra länder. På viktiga områden som miljö- och klimatpåverkan från konsumtion av material och produkter samt ekosystemens återhämtning och bevarandet av biologisk mångfald, går utvecklingen i många avseenden fortsatt åt fel håll.*”

Miljömålsarbetet visar hur svårt det är att genomföra de åtgärder som krävs för att nå uppsatta mål. Det räcker inte att formulera ambitiösa mål – det krävs också konkreta åtgärder för att nå dem.

Detta gäller även klimatmålen. Parisavtalet har som mål att begränsa den globala uppvärmningen till väl under 2 grader, med ambitionen att begränsa den till 1,5 grader. Trots dessa mål går omställningen för långsamt, och den globala uppvärmningen beräknas kunna bli betydligt större till år 2100.

Klimatförändringarna är ett globalt problem. Alla utsläpp av koldioxid bidrar till att öka koldioxidhalten i atmosfären och påverkar därmed klimatet. Den koldioxid som redan har släppts ut stannar kvar i klimatsystemet under lång tid och fortsätter att påverka klimatet. Därför är det viktigt att minska utsläppen så snabbt som möjligt.



Dagens utveckling innebär att vi kan förvänta oss mer extremväder i framtiden. Extremväder som kommer blir alltmer kraftfullt och komma allt oftare. Framtida generationer får ta konsekvenserna av de utsläpp vi redan gjort och de utsläpp vi gör idag. Men det finns möjlighet att påverka hur stora effekterna blir genom att begränsa våra utsläpp. De beslut vi fattar nu kommer få stor inverkan för framtida generationer. Bild: IPCC 6 AR.

Väder och klimat

Det är skillnad på väder och klimat. Väder beskriver hur det är i atmosfären just nu, till exempel temperatur, lufttryck och molnighet. Vädret kan ändras från dag till dag. Temperaturen kan till exempel vara lägre eller högre än vad som är vanligt för årstiden.

Klimatet beskriver hur vädret brukar vara under en längre tid. För att beskriva klimatet mäter man vädret under en så kallad referensperiod. Den vanligaste referensperioden är 30 år, men även kortare och längre perioder förekommer. Genom att jämföra olika perioder kan man se om klimatet har blivit varmare eller kallare, eller om det har regnat mer eller mindre. På så sätt kan man upptäcka förändringar i klimatet över tid.

Klimatforskare använder historiska väderdata för att beräkna hur klimatet kan förändras i framtiden. De använder datorbaserade klimatmodeller som räknar på hur atmosfären, marken, haven, sjöarna och isen påverkar varandra. I modellerna delas jordytan och atmosfären in i ett rutnät. Det finns globala, regionala och lokala klimatmodeller. De skiljer sig åt i hur stora områden de beskriver och hur detaljerade beräkningarna är.

Mitigation och adaptation

Mitigation innebär åtgärder för att minska utsläppen av växthusgaser och begränsa klimatförändringarna. Adaptation handlar om åtgärder för att anpassa samhället och naturen till ett förändrat klimat. I klimat- och sårbarhetsanalysen behandlas endast det senare, det vill säga klimatanpassning. De två områdena hänger ihop och kompletterar varandra.

Enligt FN:s ramkonvention om klimatförändringar ska halten av växthusgaser i atmosfären stabiliseras på en nivå som förhindrar farlig mänsklig påverkan på klimatsystemet. Det ska ske inom en tidsram som ger ekosystemen möjlighet att anpassa sig naturligt till klimatförändringarna, säkerställer att livsmedelsproduktionen inte hotas och gör det möjligt för den ekonomiska utvecklingen att vara hållbar.

Klimatanpassning, eller adaptation, handlar om att förbereda samhällen, ekosystem och infrastruktur för de klimatförändringar som redan sker och de som inte går att undvika i framtiden. Ett av syftena med klimatanpassning är att skapa motståndskraftiga system. Det innebär att systemen ska kunna stå emot klimatförändringar och att samhällen ska kunna återhämta sig efter klimatrelaterade händelser.

Växthusgaser

Växthusgaser är gaser i atmosfären som tar upp jordens värmestrålning. Det gör att en del av värmen stannar kvar i atmosfären i stället för att försvinna ut i rymden.

De viktigaste växthusgaserna i atmosfären är bland annat:

Vattenånga (H_2O): Vattenånga är den vanligaste och mest betydande växthusgasen och står för minst 75 procent av uppvärmningen på jorden. Vattenånga räknas till den naturliga växthuseffekten och hade vi inte haft vattenånga i atmosfären hade den globala medeltemperaturen varit cirka minus18 grader Celsius. Vattenångan i atmosfären är temperaturberoende så när temperaturen ökar beroende på andra växthusgaser ökar även halten vattenånga i atmosfären och förstärker på så sätt klimatförändringarna.

Koldioxid (CO_2): Koldioxid är en viktig växthusgas. Människans utsläpp kommer främst från förbränning av fossila bränslen och avskogning.

Metan (CH_4): Metan är en kraftig växthusgas. Under en period på 20 år har metan cirka 84 gånger större uppvärmningseffekt än samma mängd koldioxid. Metan finns kvar i atmosfären i ungefär 12 år i genomsnitt och bryts sedan ner genom kemiska processer. En del av metanet omvandlas då till koldioxid. Halten metan i atmosfären har ökat kraftigt under de senaste hundra åren. Utsläpp kommer bland annat från soptippar, kor och får samt utvinning av naturgas.

Dikväveoxid (N_2O): Dikväveoxid är en mycket stark växthusgas, cirka 300 gånger starkare än koldioxid, och finns kvar i atmosfären i cirka 120 år. Gasen släpps främst ut från jordbruket, särskilt vid användning av kvävegödsel.

Ozon (O_3): Ozon finns i stratosfären, där det fungerar som ett skyddande lager som blockerar ultraviolett strålning från solen. Ozon finns också nära marken, där det kan bildas genom kemiska reaktioner mellan

luftföroreningar. Ozon är en stark växthusgas och är på 100 års sikt 273 gånger starkare än koldioxid.

Globala och nationella utsläpp av växthusgaser

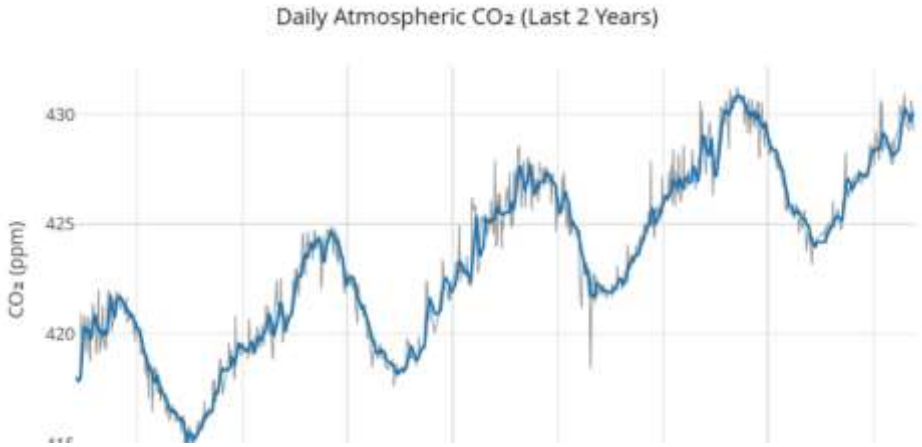
För att kunna mäta utsläppen av växthusgaser räknar man om dem till koldioxidekvivalenter. Det innebär att man anger hur stor klimatpåverkan en viss mängd av en växthusgas har jämfört med samma mängd koldioxid. Metan (CH_4) bidrar exempelvis 28 gånger mer till växthuseffekten än koldioxid, räknat per ton utsläpp. Ett utsläpp på ett ton metan motsvarar därför 28 ton koldioxidekvivalenter.

Sedan 1990 har de globala utsläppen av koldioxid ökat med närmare 70 procent. Den genomsnittliga ökningstakten har varit cirka två procent per år sedan 1970, men ökningstakten har varit lägre under senare år.

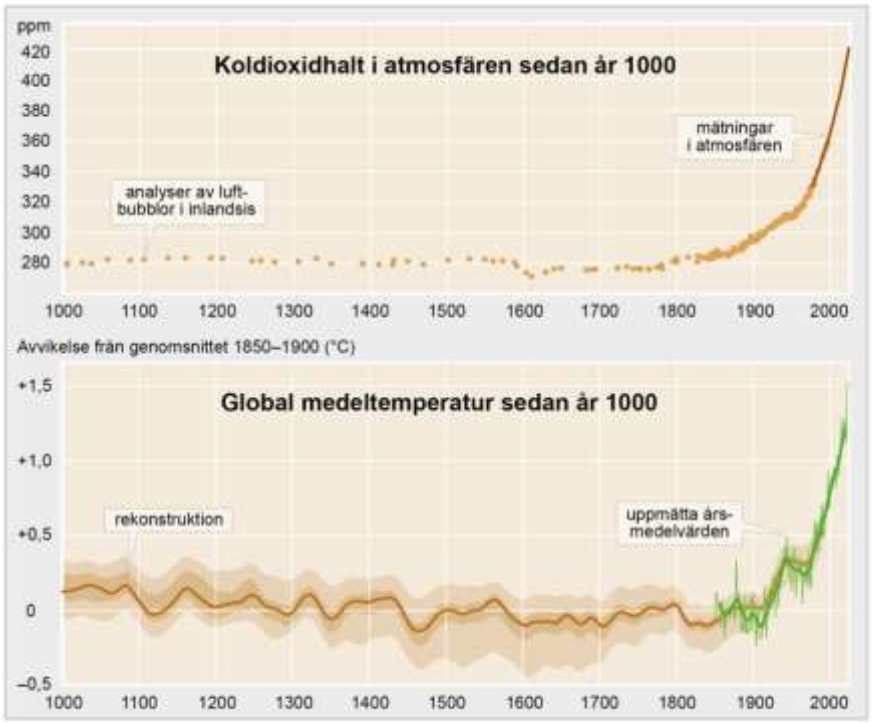
Trots Parisavtalets mål om att begränsa den globala uppvärmningen till maximalt två grader till år 2100 har utsläppen av växthusgaser fortsatt att öka under de senaste tio åren. Parisavtalet slöts 2015. Under de tre senaste åren har den globala medeltemperaturen varit över 1,5 grader. IPCC bedömer att den globala uppvärmningen kan nå omkring 2,8 grader till år 2100, vilket närmast motsvarar klimatscenario RCP 6.0.

År 2023 uppgick världens utsläpp av koldioxid till 37 792 miljoner ton. De största utsläppen kommer från Kina, USA och Ryssland. Tillsammans står dessa tre länder för mer än 50 procent av världens totala utsläpp.

På en av Hawaiis högsta vulkaner, Mauna Loa, har man mätt koldioxidhalten i atmosfären sedan början av 1950-talet. Det är den längsta serien av direkta mätningar av koldioxidhalten som finns. Fram till början av 1900-talet låg koldioxidhalten i atmosfären på cirka 280 ppm. År 2026 har halten nått drygt 430 ppm.



Keelingkurva som visar koldioxidhalten i atmosfären de senaste fem åren.
Källa: www.noaa.gov.



Källa: Naturvårdsverket, *En varmare värld*.

Sveriges utsläpp

Sveriges utsläpp av växthusgaser var 47,5 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2024, enligt preliminär statistik. Det motsvarar en ökning med cirka 7 procent, eller drygt 3 miljoner ton koldioxidekvivalenter, jämfört med 2023.

Utsläppen från inrikes transporter ökade med 22 procent och utsläppen från arbetsmaskiner ökade med 32 procent. Den främsta förklaringen till ökningen är den sänkta reduktionsplikten, som ledde till ökad användning av fossila drivmedel, främst diesel. Inom el- och fjärrvärmesektorn var utsläppen 5 procent högre än 2023. Det berodde främst på ökade utsläpp från avfallsförbränning.

Det långsiktiga nationella målet är att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser senast år 2045. Därefter ska Sverige uppnå negativa utsläpp.

Sedan 1990 har de totala utsläppen av växthusgaser i Sverige minskat med 33 procent. Samtidigt har nettoupptaget av koldioxid i markanvändningssektorn minskat betydligt. I diagrammet nedan visar stapeln under noll på y-axeln skogens upptag av koldioxid. Detta upptag har minskat kraftigt under de senaste tio åren.

Konsumtionsbaserade utsläpp

Konsumtionsbaserade utsläpp är ett komplement till de så kallade territoriella utsläppen. Territoriella utsläpp är utsläpp som uppstår inom Sveriges gränser. De beräknas enligt internationellt överenskomna riktlinjer.

Konsumtionsbaserade utsläpp omfattar utsläppen från en produkt i alla led fram till dess att den konsumeras, oavsett var i värdekedjan utsläppen sker. Hur stora utsläppen är i andra länder beror på hur mycket vi importerar, hur stora utsläppen är från produktionen av varorna och tjänsterna och hur stora utsläppen är i de länder där produktionen sker.

Sverige handlar med andra länder och importerar bland annat livsmedel, råvaror till industrin och andra produkter. Det leder till utsläpp både i Sverige och i andra länder. Sveriges konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser motsvarar cirka 7,6 ton koldioxidekvivalenter per person och år.

För att nå generationsmålet och miljökvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan är en grov riktlinje att de globala utsläppen i genomsnitt bör vara högst 1 ton koldioxidekvivalenter per person och år till 2050.

Klimatmodeller

För att få en översiktlig bild av framtidens klimat använder man globala klimatmodeller (GCM). Modellerna bygger bland annat på antaganden om framtidens utsläpp av växthusgaser. Dessa antaganden kallas utsläppsscenarier.

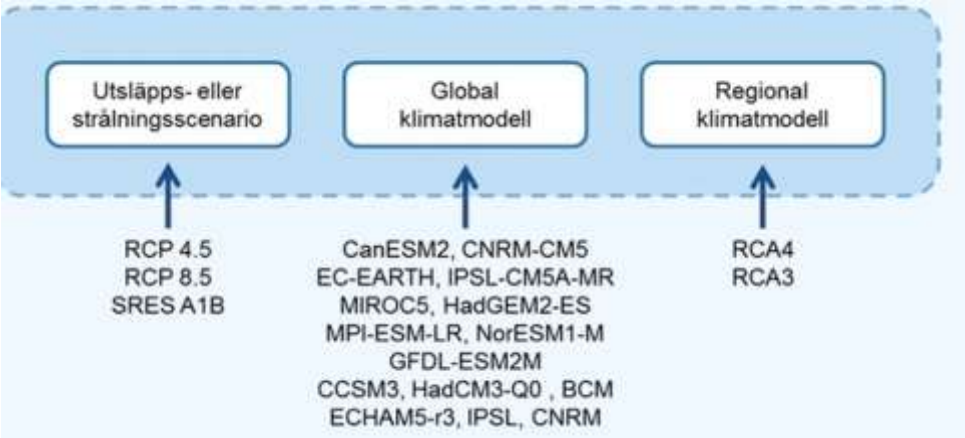
För mer detaljerade analyser av klimatet i olika regioner behövs en mer detaljerad beskrivning av sådant som påverkar klimatet i området. Därför kombineras globala klimatberäkningar med regionala klimatmodeller (RCM). De har högre upplösning och beskriver fler detaljer, till exempel Östersjön och den skandinaviska bergskedjan.

Den regionala klimatmodellen använder resultat från den globala modellen vid gränsen till sitt modellområde. Därför har valet av global modell stor betydelse för resultatet även på regional nivå. Regionala klimatmodeller finns bland annat vid forskningsenheten Rossby Centre på SMHI:s forskningsavdelning.

Genom att köra klimatmodellerna med halter av växthusgaser som motsvarar dagens respektive framtida förhållanden kan man få en bild av hur klimatet förändras. Normalt räknar man inte med effekterna av eventuella framgångsrika politiska förhandlingar om att minska de globala utsläppen. Det innebär att modellerna inte utgår från att det så kallade tvågradersmålet, som diskuteras som en rimlig målsättning, kommer att uppnås.

Ett klimatscenario beskriver en möjlig utveckling av klimatet i framtiden, till exempel hur årsmedeltemperaturen kan förändras. Beskrivningen kan visas i en karta, ett diagram eller en tabell. Världsmeteorologiska organisationen (WMO) rekommenderar perioden 1961–1990 som referensperiod för klimatbeskrivningar. Referensperioden används ofta för att jämföra klimatet under olika tidsperioder.

Klimatscenarier beskriver flera möjliga utvecklingar av klimatet. Det går inte att säga exakt hur utsläppen av växthusgaser kommer att se ut i framtiden. Därför används flera olika scenarier och klimatberäkningar som bygger på olika antaganden om framtida utsläpp eller förändringar i jordens strålningsbalans. (SMHI)



De utsläpps- och strålningsdrivningsscenarier, globala och regionala klimatmodeller som används i de klimatscenarier som presenteras under Framtidens klimat på SMHI.se (Vad är ett klimatscenario? — SMHI)

I IPCC:s syntesrapport från mars 2023 framgår det att många klimateffekter är värre än man tidigare trott. Spannet för den förväntade globala uppvärmningen har minskat från tidigare 1,5–4,5 grader till 2,5–4,0 grader fram till år 2100. Den bästa uppskattningen är 2,8–3 grader. Det troligaste klimatscenariot är RCP 6.0.

Alla SSP-scenarier innebär olika stora utmaningar när det gäller att minska utsläppen och anpassa samhället till klimatförändringarna. Någon egentlig klimatpolitik ingår dock inte i dessa scenarier.

SSP-scenarier

SSP (Shared Socioeconomic Pathways) är scenarier som beskriver olika möjliga samhällsutvecklingar. De används i klimatmodeller. SSP bygger på fem olika utvecklingsvägar som beskriver möjliga framtida samhällen. Scenarierna skiljer sig bland annat åt när det gäller befolkningsutveckling, jämlikhet, energianvändning och globala koldioxidutsläpp. I alla SSP-scenarier växer den globala ekonomin.

SSP-scenarier kan kombineras med scenarier för klimatpåverkan (se RCP-scenarier) och olika antaganden om klimatpolitik. På så sätt kan forskare

undersöka hur klimatförändringar, klimateffekter och samhällets sårbarhet hänger ihop, och vilka åtgärder som kan behövas.

Det finns flera möjliga utvecklingar av framtidens klimat. Klimatforskare har därför tagit fram olika klimatscenarier som visar hur utsläppen kan påverka strålningsbalansen i atmosfären fram till år 2100.

I klimat- och sårbarhetsanalysen har vi utgått från både RCP-scenarier och SSP-scenarier.

Den hittills största klimatutmaningen i länet är torka och foderbrist. Det har drabbat de östra delarna av länet hårdast, särskilt Öland. Andra klimateffekter, som stigande havsnivåer, väntas få större betydelse längre fram. När vi planerar framtidens samhälle behöver vi ta hänsyn både till långsamma klimatförändringar och till extrema väderhändelser.

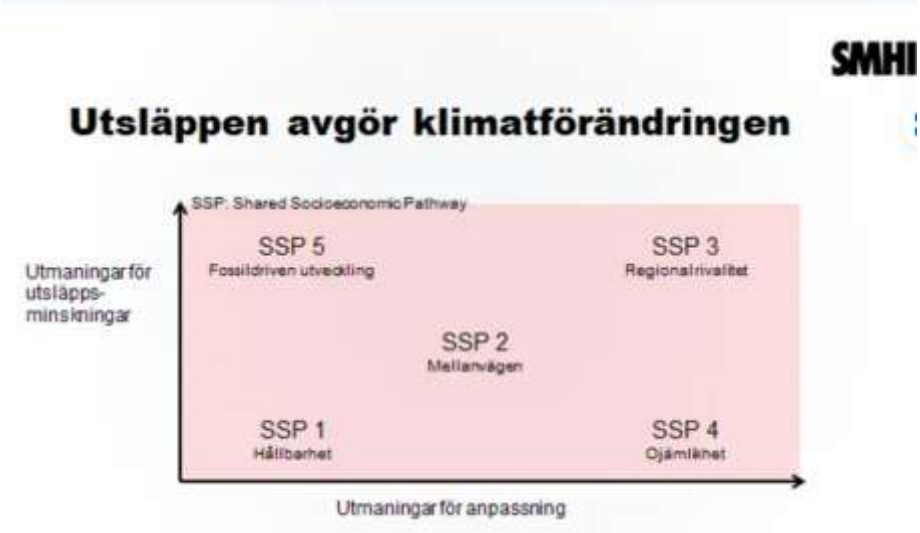


Bild: SMHI.

RCP- scenarier

RCP (Representative Concentration Pathways) är scenarier som beskriver hur klimatet kan förändras vid olika halter av växthusgaser i atmosfären.

RCP-scenarierna beskriver inte vilken klimatpolitik som kommer att föras. De visar däremot hur stor klimatpåverkan olika utvecklingsvägar kan leda till och ger en bild av vilka åtgärder som kan behövas för att begränsa den globala uppvärmningen.

Det finns flera möjliga scenarier för hur samhällets klimatpåverkan kan utvecklas. RCP-scenarierna sammanfattar dessa i fyra alternativ som visar olika möjliga utvecklingar av klimatpåverkan i framtiden. SMHI utgår från RCP 4.5 och RCP 8.5.

Scenarierna är ett viktigt underlag för de datorbaserade klimatmodeller som används för att beräkna hur klimatet kan förändras på lång sikt. Alla fyra RCP-scenarier bygger på antaganden om hur utsläppen av

växthusgaser och luftföroreningar, till exempel svaveldioxid och kväveoxider, kan utvecklas. De bygger också på antaganden om hur markanvändningen förändras, till exempel genom avskogning.

Det är dessa faktorer som påverkar klimatförändringarna. De påverkas i sin tur bland annat av hur världens befolkning utvecklas, hur energianvändningen förändras och hur ekonomin växer.

RCP-scenarierna har olika beteckningar som visar hur stor strålningsdrivning de olika utvecklingsvägarna beräknas leda till år 2100. Strålningsdrivning är skillnaden mellan den energi från solen som jorden tar emot och den energi som jorden strålar ut i rymden. Den mäts i watt per kvadratmeter (W/m^2). I det lägsta RCP-scenariot är strålningsdrivningen 2,6 watt per kvadratmeter och i det högsta 8,5 watt per kvadratmeter.

Kännetecken för klimatscenarierna RCP 4.5 och RCP 8.5

RCP 4.5 – Koldioxidutsläppen kulminerar omkring 2040

- Tydlig klimatpolitik.
- Lägre energianvändning i förhållande till ekonomisk produktion.
- Omfattande program för skogsplantering.
- Mindre behov av jordbruksmark, bland annat tack vare större skördar och förändrade konsumtionsmönster.
- Befolkningen uppgår till något under 9 miljarder människor.
- Koldioxidutsläppen ökar något och når sin högsta nivå omkring 2040.

RCP 8.5 – Fortsatt höga koldioxidutsläpp

- Koldioxidutsläppen är tre gånger så stora som i dag.
- Metanutsläppen ökar kraftigt.
- Jordens befolkning ökar till 12 miljarder människor. Det leder till ett större behov av betesmark och odlingsmark för jordbruksproduktion.
- Teknikutvecklingen fortsätter att förbättra energieffektiviteten, men i långsam takt.
- Stort beroende av fossila bränslen.
- Hög energianvändning i förhållande till ekonomisk produktion.
- Ingen ytterligare klimatpolitik införs.

Tröskelvärden och brytpunkter

Tröskelvärden, tippningspunkter och brytpunkter är olika namn för samma sak. De beskriver kritiska gränser i ett system där en liten förändring kan leda till stora och ofta oåterkalleliga konsekvenser.

När ett system når en brytpunkt övergår det till ett nytt tillstånd. Förändringen är ofta oåterkallelig och kan påverka systemets funktion eller stabilitet.

Brytpunkter finns inom flera områden, bland annat klimatsystem, ekosystem och ekonomi. Inom klimatforskningen används begreppet för att beskriva när ett system förändras så kraftigt att det inte kan återgå till sitt tidigare tillstånd.

Forskare har hittills identifierat mer än 20 olika tröskelvärden. Nedan beskrivs de 13 största systemen som kan förändras i framtiden. För vissa av systemen ser vi redan i dag tydliga förändringar.

1. Den Arktiska havsisen smälter

Uppvärmningen i Arktis går tre gånger så snabbt som den globala genomsnittliga uppvärmningen. Om den globala medeltemperaturen stiger till 2 grader över förindustriell nivå är sannolikheten 10–35 procent att Arktis får isfria somrar i framtiden.

2. Grönlandsisen smälter

Grönlandsisen skulle kunna nå en brytpunkt redan vid 1,5 graders uppvärmning. När höjden på istäcket minskar kommer isen smälta snabbare.

3. Världens stora barrskogar brinner och drabbas av sjukdomar

Uppvärmningen går snabbare på norra halvklotet. Det gör att de boreala skogarna, som finns på norra halvklotet, blir allt känsligare. Skogsbränderna ökar och på sikt skulle skogarna kunna gå från att ta upp koldioxid till att släppa ut koldioxid.

4. Permafrosten börjar tina

Permafrost är mark som håller en temperatur på högst noll grader i minst två år i rad. Nu har permafrosten börjat tina. I den frysta marken finns stora mängder metan, en kraftig växthusgas. På 20 års sikt har metan ungefär 80 gånger större uppvärmningseffekt än koldioxid.

5. De Atlantiska strömmarna saktar ner (AMOC)

När Grönlandsisen och Arktis smälter snabbare ökar mängden sötvatten som rinner ut i Atlanten. Det kan vara en av anledningarna till att de nordatlantiska strömmarna, inklusive Golfströmmen, redan har minskat med 15 procent sedan mitten av 1900-talet. Grönlandsisen avger 2,5 miljoner liter sötvatten per sekund och smälter nu (år 2026) sex gånger snabbare än under 1970-talet.

Nya klimatrapporter visar att det finns en stor risk för att strömmarna når en brytpunkt redan inom ett par årtionden. Kunskapen om vilka konsekvenser det skulle få för norra Europa är fortfarande begränsad. En beräkning visar att om Golfströmmen ändrar riktning kan temperaturen i

Europa sjunka med 3–5 grader per år i genomsnitt. Kylningen skulle bli störst under vintern.

6. Regnskogarna i Amazonas

Avskogning och klimatförändringar har gjort Amazonas mer känsligt. Uppskattningar visar att regnskogen kan nå en brytpunkt när 20 procent av skogen har försvunnit. Sedan 1970 har Amazonas utbredning minskat med 17 procent.

7. Varmvattenkoraller dör

Hälften av alla koraller i Stora barriärrevet har redan försvunnit. Om jordens medeltemperatur ökar med 2 grader kan så mycket som 99 procent av korallerna försvinna. Korallerna dör på grund av varmare vatten, försurning och föroreningar.

8. Instabilitet i Västantarktiska inlandsisen (WAIS)

En modell visar att en del av Amundsenhavet, där isen, havet och berggrunden möts, redan håller på att förändras. Om en sådan viktig punkt kollapsar kan det leda till en dominoeffekt som påverkar hela Västantarktis.

9. Delar av Östantarktis blir instabilt

Nya data visar att delar av Östantarktis kan ha liknande problem. Om isen i området Wilkes Land kollapsar skulle havsnivån kunna stiga med 3–4 meter under en period på mer än hundra år.

10. Alpina glaciärer smälter

Alperna förändras snabbt på grund av den globala uppvärmningen. Bergsområden värms upp dubbelt så snabbt som det globala genomsnittet. Det leder till stora förändringar i de lokala ekosystemen och påverkar tillgången till dricksvatten.

11. Sahel

Sahelregionen, söder om Sahara, är beroende av den västafrikanska monsunen. Monsunen kan bli starkare, vilket skulle vara positivt för människorna som bor i området. Men den kan också bli svagare, vilket skulle få allvarliga konsekvenser. Även små förändringar kan leda till att många människor, till exempel i Mali, Mauretanien och Tchad, tvingas lämna sina hem.

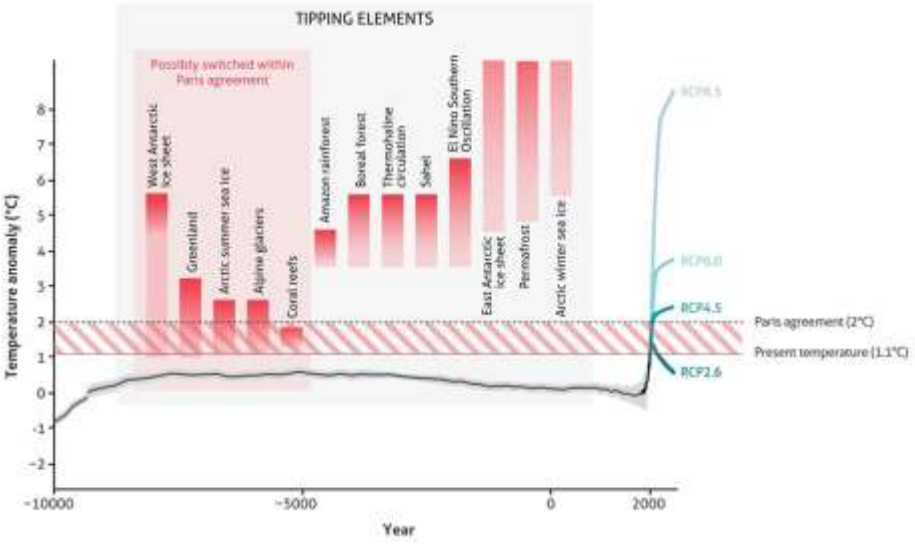
12. El Nino Southern Oscillation (ENSO)

El Niño–Southern Oscillation (ENSO) är en större klimatcykel. El Niño kan påverka andra tröskelvärden, till exempel nederbörden under tropiska monsuner. Genom globala kopplingar mellan olika klimatfenomen kan ENSO påverka flera delar av jordsystemet, bland annat AMOC, Amazonas

regnskog, Västantarktis inlandsis (WAIS), korallrev i varma hav och tropiska monsunsystem.

13. Arktisk vinteris smälter

Vid en global uppvärmning på omkring 5 grader börjar även den arktiska vinterisen att smälta. När isen smälter minskar jordens förmåga att reflektera solljus. Det gör att mer värme tas upp, vilket påskyndar avsmältningen. Förloppet kan bli irreversibelt.



Globala tröskelvärden. Bilden visar olika tröskelvärden och vid vilka temperaturer de börjar påverkas. Till höger visas utvecklingen enligt olika klimatscenarier. Vissa tröskelvärden kan nås även om den globala uppvärmningen begränsas till högst 2 grader, i enlighet med FN:s klimatavtal. För många tröskelvärden finns ett ganska brett temperaturspann från det att systemen börjar påverkas till dess att förändringarna blir oåterkalleliga. Bild: Potsdam institute for climate impact research.

Hothouse Earth

Hothouse Earth är ett tänkt tröskelvärde där klimatforskare ser hela jorden som ett system. Forskarna menar att självförstärkande processer kan driva jordsystemet mot en brytpunkt. Om den passeras kan uppvärmningen fortsätta även om utsläppen minskar.

Om tröskelvärdet för Hothouse Earth passeras kan den globala medeltemperaturen bli betydligt högre än under någon mellanistid under de senaste 1,2 miljoner åren. Havsnivåerna kan också bli betydligt högre än under någon annan period av holocen. Det skulle få allvarliga konsekvenser för ekosystem, samhällen och ekonomier.

Jetströmmar

Uppvärmningen i Arktis går cirka fyra gånger snabbare än den globala uppvärmningen i genomsnitt. När ljusa ytor, som havsis och snö, smälter

reflekteras mindre solenergi tillbaka ut i rymden. I stället absorberas mer värme, vilket gör att temperaturen stiger och ännu mer is och snö smälter. Det kallas för is-albedoåterkoppling.

Uppvärmningen i Arktis påverkar också den arktiska jetströmmen, som går från väster till öster. Jetströmmen består av starka vindar på hög höjd, med hastigheter på upp till 200 km/h. Den uppstår på grund av skillnader i lufttemperatur. När temperaturskillnaderna är stora blir jetströmmen starkare. När skillnaderna minskar kan jetströmmen försvagas och bilda stora slingor mot norr och söder. Dessa slingor kallas Rossbyvågor.

När Arktis värms upp minskar temperaturskillnaden mellan Arktis och områden längre söderut. Det kan bidra till att jetströmmen försvagas och att kall luft rör sig söderut över Europa och Nordamerika.

När Rossbyvågorna är stora kan de röra sig långsammare. Då kan vädersystemen bli mer långvariga, oavsett om vädret är varmt eller kallt, torrt eller regnigt. Sambanden är komplexa, och både jetströmmen under vintern och under sommaren kan bidra till att vädersystem blir kvar under längre perioder.

Planetära gränsvärden

Planetära gränsvärden beskriver miljöprocesser som bidrar till att skapa stabila förutsättningar för livet på jorden. Alla dessa processer påverkas av människans aktiviteter. Forskare försöker fastställa säkra gränsvärden för varje process utifrån den kunskap som finns i dag. Om vi överskrider gränserna ökar risken för plötsliga och allvarliga förändringar i miljön.

Begreppet planetära gränser introducerades 2009 av en forskargrupp vid Stockholm Resilience Centre. Syftet är att definiera säkra gränser för olika miljöprocesser. Om gränserna överskrids kan det leda till omfattande miljöförändringar på grund av så kallade tröskeleffekter.

Sju av de nio planetära gränserna har redan överskridits. Under 2025 rapporterade en vetenskaplig granskning att även gränsen för havsförsurning för första gången bedömdes vara överskriden. Havsförsurning innebär ett hot mot marina ekosystem.

De sju överskridna gränserna gäller klimatförändringar, biologisk mångfald, markanvändning, färskvatten, biogeokemiska flöden (kväve och fosfor), nya syntetiska ämnen och havsförsurning. Inom alla dessa områden utvecklas situationen dessutom i negativ riktning. Gränserna för påverkan på ozonlagret och mängden luftpartiklar i atmosfären ligger fortfarande inom den säkra zonen.

Det är oroande att människans aktiviteter, ökande konsumtion och efterfrågan på energi och naturresurser har bidragit till att flera planetära gränser har överskridits. På sikt kan detta hota de förutsättningar som livet på jorden är beroende av.

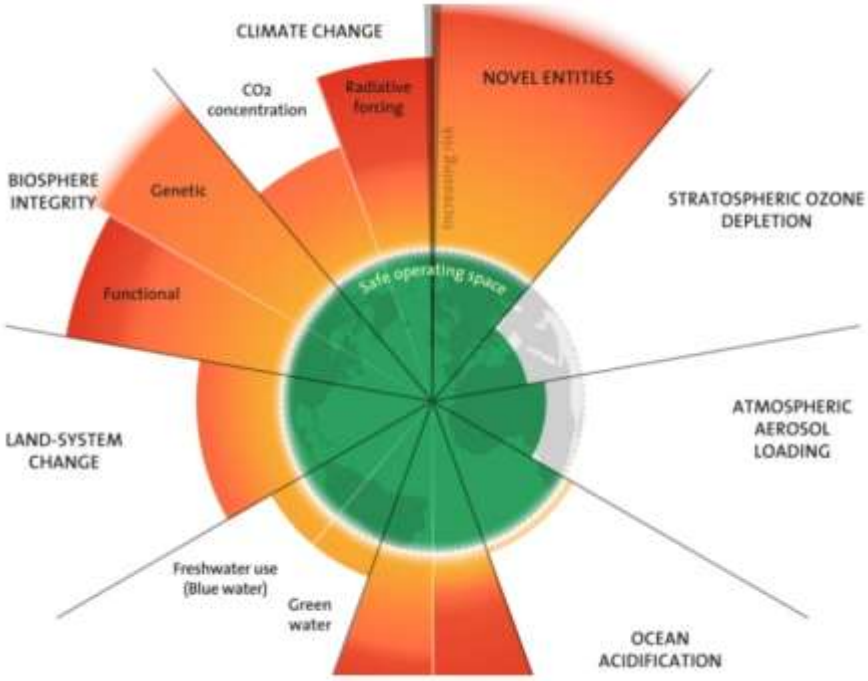


Bild: Azote för Stockholm resilience centre.

Synergieffekter

Synergieffekter uppstår när olika faktorer samverkar och resultatet blir större än summan av varje enskild faktors påverkan. Synergieffekter kan vara positiva och viktiga att ta hänsyn till när man prioriterar åtgärder utifrån kostnader och nytta. De kan också vara negativa, när olika negativa effekter samverkar och förstärker ett problem.

Positiva synergier

När man prioriterar åtgärder utifrån kostnad och nytta är det viktigt att även se vilka positiva effekter åtgärderna kan ha utöver den direkta nyttan. Vissa åtgärder kan lösa flera problem samtidigt och bidra till att vi når flera miljömål. Klimatanpassningsåtgärder kan exempelvis också bidra till att minska utsläppen av växthusgaser.

Naturbaserade lösningar, som att anlägga eller restaurera våtmarker, kan ge flera nyttor. De kan bland annat bidra till att fördröja vatten, gynna biologisk mångfald och lagra kol.

Att bevara svämplaner och anlägga ekologiska kantzoner längs vattendrag och sjöar är andra exempel. Även att bevara och främja stora träd, grönområden och parker i tätorter samt anlägga gröna tak kan gynna den biologiska mångfalden. Samtidigt kan dessa åtgärder göra samhället mer motståndskraftigt mot klimateffekter, som översvämningar och höga temperaturer i stadsmiljöer.

Exempel – Naturbaserade lösningar

Restaurering av våtmarker och svämplan
Våtmarker och svämplan minskar vattenflödet nedströms vid kraftiga regn. Därmed minskar risken för översvämningar och erosion. Våtmarker fångar upp kväve och fosfor och kan hålla kvar vatten vid torka. De kan också användas som rekreationsområden. Öppet vatten och översvämningsängar skapar dessutom olika livsmiljöer som gynnar den biologiska mångfalden.

Ekologiska kantzoner
Träd och buskar längs vattendrag och sjöar ger skugga och sänker vattentemperaturen. Blad och insekter som faller ner i vattnet tillför näring. Kantzoner fungerar också som filter som fångar upp skadliga ämnen och minskar läckaget av näringsämnen. Dessutom skyddar de mot erosion och fungerar som spridningsvägar för djur och växter på land.

Stora träd
Ger skugga och svalka genom avdunstning. Det kan ge skydd vid värmeböljor och skyfall. Träd är också livsmiljöer för många olika växter och djur. Träd och annan vegetation renar stadsluften och kan dämpa upplevelsen av buller.

Grönområden och parker
Kan fungera som naturliga ytor för att ta hand om vatten vid skyfall, om de ligger i låglänta områden. Med god planering kan de också rymma flera olika livsmiljöer för växter och djur. Närhet till natur kan minska stress och bidra till människors hälsa och välmående. Bevarade grönområden och parker kan även bidra till att bevara och skydda kulturmiljöer.

Gröna tak och väggar
Kan förbättra förmågan att hålla kvar vatten och därmed bidra till att begränsa översvämningar vid skyfall. De kan också minska behovet av dagvattenbrunnar och därmed kostnaderna för att anlägga dem. Med rätt val av växtarter på tak och väggar kan man även förbättra möjligheterna för olika arter att sprida sig mellan grönområden. På så sätt kan den gröna infrastrukturen i tät stadsmiljö stärkas.

Negativa synergier

Exempel: Vattenintensiva odlingar på Öland

Öland drabbas ofta av perioder med vattenbrist. Det har bland annat lett till investeringar i avsaltningsutrustning, som vanligtvis kräver mycket el, och transporter av vatten med lastbil från fastlandet. Vid svår vattenbrist finns också en risk för att djur behöver nödslaktas. Det kan bland annat bero på låg foderproduktion i kombination med höga foderpriser.

Att i en sådan situation odla grödor som kräver mycket vatten för att producera el kan visa på en målkonflikt mellan att minska utsläppen och att anpassa samhället till klimatförändringarna. Det blir särskilt tydligt när

dessa frågor hanteras var för sig, utan att hänsyn tas till hur de påverkar varandra.

Flera åtgärder för att minska utsläppen kan öka vattenbehovet. Därför behöver man också bedöma om åtgärderna är lämpliga utifrån de lokala förutsättningarna. Det är viktigt att analysera möjliga målkonflikter och samordningsvinster i det område där åtgärderna ska genomföras.

Kaskadeffekter

Kaskadeffekter är följdeffekter som uppstår i en kedja av händelser. De kan vara förutsedda eller oförutsedda och kan orsakas av klimatförändringar. Ett exempel på en förutsedd kaskadeffekt är att översvämningar leder till driftstopp och ekonomiska kostnader.

Klimatförändringarna kan också få mindre förutsedda konsekvenser. De kan bland annat bidra till ökat fysiskt och psykiskt våld mot barn, fler barnäktenskap, skadligt barnarbete, sexuell exploatering, psykisk misshandel, vattenbrist, svält och sjukdomar.

I Malawi beräknas exempelvis 30–40 procent av alla barnäktenskap vara kopplade till klimatförändringarna (2). Det kan bero på att föräldrar tvingas gifta bort sina barn eller låta dem arbeta när familjen inte längre har råd med försörjningen eller barnens skolgång. När torka gör att flickor måste gå längre sträckor för att hämta vatten ökar också deras utsatthet för våld och sexuella övergrepp.

I Nicaragua ökade barnarbetet med 58 procent bland barn i åldern 6–15 år efter orkanen Mitch. I Australien ökade våldet i hemmet märkbart efter skogsbränderna 2009. Barn som tvingas fly från katastrofer kan dessutom utsättas för våld under flykten och löper större risk att utsättas för människohandel.

Transnationella risker

Transnationella risker är risker som påverkar Sverige och andra länder genom internationella händelser och flöden. De kan till exempel handla om klimatförändringar, konflikter mellan länder, ekonomiska störningar och sociala konflikter. Sverige är beroende av internationellt samarbete och gemensamma insatser för klimatanpassning för att hantera dessa risker. Det är viktigt att identifiera och hantera riskerna för att värna Sveriges framtid och trygghet.

De internationella konsekvenserna av klimatförändringarna kan bli minst lika stora som konsekvenserna av de klimatförändringar som direkt påverkar Sverige.

Transnationella klimateffekter delas in i två typer. Den första är direkta gränsöverskridande effekter. Ett exempel är kraftiga regn uppströms i ett vattendrag som orsakar översvämningar i ett annat land nedströms.

Den andra typen är klimateffekter på distans, även kallade telekopplingar (teleconnections). De kan bland annat påverka handel, migration och investeringar mellan länder.

Stockholm Environment Institute har tagit fram ett index som kallas Transnational Climate Impacts (TCI). Det är ett verktyg som visar hur klimatförändringar påverkar länder genom globala flöden..

Lagar och förordningar

Enligt klimatanpassningsförordningen ska klimat- och sårbarhetsanalysen identifiera bestämmelser i lagar och andra författningar som påverkar myndighetens arbete med klimatanpassning (6 §).

Det finns få lagar och förordningar som uttryckligen reglerar klimatanpassning. Däremot finns många bestämmelser som indirekt har betydelse för arbetet. Klimatanpassning berör därför flera olika lagar och förordningar.

Nedan beskrivs några lagar och förordningar som har stor betydelse för klimatanpassningsarbetet. Listan är inte heltäckande. En sammanställning av relevanta lagar och författningar finns i rapporten *Klimatanpassning – Urval av tillämplig lagstiftning* (Delphi, 2021).

- Barnkonventionen: FN:s konvention om barnets rättigheter innehåller bestämmelser om mänskliga rättigheter för barn. Staten ska säkerställa rättigheterna barnet har enligt konventionen. Även aktörer som staten har delegerat makt och ansvar till är skyldiga att följa konventionen.
- Djurskyddslag (2018:1192)
- Dricksvattenföreskrifterna (LIVSFS 2022:12)
- Epizootilagen (1999:657)
- Förordning om invasiva främmande arter (2018:1939)
- Förordning om skydd mot olyckor (2003:789)
- Förordning om översvämningsrisker (2009:956)
- Grundlagen, Regeringsformen (SFS 1974:152)
- Hälso- och sjukvårdslag (2017:30)
- Klimatlag (2017:720): Arbetet med att minska klimatpåverkan och klimatanpassning är beroende av varandra och bör därför samordnas. Klimatanpassningsåtgärder får inte motverka åtgärder för att minska utsläpp av växthusgaser och vice versa.
- Klimatanpassningsförordningen (2018:1428)
- Kommunallagen (1991:900)

- Kulturmiljölagen (1988:950): Enligt kulturmiljölagen ska den som planerar eller utför ett arbete (såsom en klimatanpassningsåtgärd) som berör kulturarvet se till så att skador på kulturmiljön så långt som möjligt undviks eller begränsas.
- Lag om regionalt utvecklingsansvar (2010:630)
- Lagen om allmänna vattentjänster (2006:412)
- Lagen om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser och höjd beredskap (2006:544)
- Lagen om skydd mot olyckor (2003:778) syftar till att säkerställa ett tillfredsställande skydd mot olyckor och omfattar kommunens räddningstjänst men även den enskildes, kommunens och statens ansvar.
- Livsmedelsförordningen (2006:813)
- Livsmedelslagen (2006:804)
- Marina direktivet (2008/56/EG)
- Miljöbalkens (1998:808) portalparagraf ”Miljöbalken ska tillämpas så att människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter” innebär att även klimatanpassningsåtgärder är nödvändiga för att nå syftet med miljöbalken. De allmänna hänsynsreglerna enligt 2 kap. kan tillämpas i klimatrelaterat syfte.
- Plan- och bygglagen (2010:900) innehåller bestämmelser om att hänsyn ska tas i till risken för skador på den byggda miljön som kan följa av översvämning, ras, skred och erosion, som även omfattar framtida risk.
- Ramdirektivet för vatten
- Skogsvårdslagen (1979:429)
- Socialtjänstlagen (2001:453)
- Vattenförvaltningsförordningen (2004:660)
- Översvämningsförordningen (MSBFS 2013:1)

Ordlista, förkortningar

Ord	Förklaring
Akvifär	En geologisk bildning som lagrar grundvatten med så stor lagringskapacitet att grundvatten kan utvinnas i användbara mängder.
Albedo	Reflektionsförmåga, beskriver förhållandet mellan reflekterad och inkommande solinstrålning.
Antropogen värme	Energi i form av värme och vattenånga som släpps ut i atmosfären genom mänsklig aktivitet som förbränning, tillverkning, uppvärmning, kylning och trafik.
Avbördning	Ett mått på hur mycket vatten som per tidsenhet passerar genom en tvärsektion av ett vattendrag.
Avdunstning	Här används avdunstning för summan av vatten som avgår till luften från mark eller vattenytor (evaporation) och från växlighet (transpiration).
Avrinningsområde	Ett avrinningsområde avgränsas ytterst av en ytvattendelare. All avrinning från området har ett gemensamt utlopp vid en given punkt i ett vattendrag. Avrinningsområdet definieras av uppströmsområden till denna punkt.
Dagvatten	Tillfälligt förekommande avrinnande vatten på markytan eller på en konstruktion. Skillnaden mellan dagvatten och avrinnande regnvatten är att regnvatten endast avser vatten med ursprung i regn. Dagvatten kan även vara smältvatten eller exempelvis tillfälligt framträngande grundvatten.
Ekofakter	Organiskt material som frön, obearbetade djurben, växt och djurdelar som kan ha betydelse för tolkningen av en arkeologisk undersökning.
Ensemble	En ensemble är en samling av olika klimatscenarier. Klimatscenarierna kan till exempel skilja sig åt med avseende på val av klimatmodell eller utsläpps- och strålningsscenario. Ett klimatscenario som ingår i en ensemble kallas för en medlem.
Erosion	Nednötning och transport av berg, jord eller annat material på grund av mekanisk eller kemisk påverkan. Erosion kan till exempel orsakas av vind, rinnande vatten och vågor. Till skillnad från vittring så förutsätter begreppet erosion att det även sker en bortförsel.
Eolisk erosion	Avlagring av geologiskt material som vinden transporterat. Ofta från torra vegetationsfattiga ytor där den satt sand och siltpartiklar i rörelse, ofta flygsand.
Fenologi	vetenskapen om de periodiska företeelsernas uppträdande inom växt- och djurriket, dvs. hur naturen förändras över årstiderna ex tid för lövsprickning eller tid när flyttfåglar återkommer på våren.
Fältkapacitet	Den maximala vattenhalten som marken kan hålla mot gravitationen. Här används 50 procent av fältkapaciteten som en definition av låg markfuktighet.
Globalstrålning	Den totala mängd solinstrålning som faller in mot en horisontell (mark) yta. Den totala solinstrålningen är summan av direkt och diffus strålning. Diffus strålning är strålning som spridits av luftens molekyler och partiklar, eller reflekterats av moln.

Invasiva arter	Växter, djur eller andra organismer som introduceras till ett nytt område där de sprider sig snabbt och påverkar den inhemska miljön negativt.
Kaskadeffekt	Kaskadeffekter är en händelsekedja som beror på en initial klimateffekt, som resulterar i flera efterföljande effekter i andra delar av samhället eller i systemet. Exempel på kaskadeffekter inkluderar leveransstörningar, ekonomiska konsekvenser och sårbarheter för samhället och ekosystemen.
Klimatanpassning	Åtgärder för att anpassa samhället till de klimatförändringar vi redan märker av idag och de som vi inte kan förhindra i framtiden.
Klimateffekt	Klimateffekter är konsekvenser av klimatförändringar som kan påverka ekosystem, människor och miljö.
Klimatindikator	En parameter som mäts under lång tid för förståelse kring hur klimatet förändras. Det kan vara medeltemperatur, vegetationsperiodens längd, solinstrålning, antal dagar med snötäcke, nederbörd med mera. Begreppet används även för scenariodata för framtida utvecklingar i klimatet.
Klimat- och sårbarhetsanalys (KSA)	Analysmetod som syftar till att analysera och bedöma de främsta klimatrelaterade riskerna för samhälle och ekosystem
Klimatmodell	En matematisk beskrivning av jordens klimat.
Klimatscenario	En beräkning av det framtida klimatet utifrån en eller flera klimatmodeller och ett utsläppscenario.
Konnektivitet	Det finns två typer av biologisk konnektivitet Strukturell Konnektivitet: Djur och växters möjlighet att röra sig i ett landskap. Det vill säga finns det hinder, är marken uppodlad utan småbiotoper, granplantering eller liknande. Funktionell konnektivitet är om arterna faktiskt använder sig av möjligheterna. Det vill säga om djur och växter faktiskt rör sig i landskapet.
Kryosfär	Den del av jordens yta och atmosfär som består av is och snö.
Lågflöde	Här definieras gränsen för ett lågflöde som ett medelvärde av varje års lägsta vattenflöde (MLQ).
Markfuktighet	Ett mått på hur mycket vatten som finns i marken ovanför grundvattennivån.
Mitigation	Att minska utsläppen av växthusgaser.
ODC	ODC (Object, Distance, Cost) är ett GIS-verktyg som används för att modellera och analysera ekologisk konnektivitet.
Oreglerade vattenflöden	Vattenflöden som inte är påverkade av reglering.
Permeabilitet	Ett materials förmåga att släppa igenom vatten.
Resiliens	Förmågan att stå emot och hantera förändringar, påfrestningar, och stress.

RCP	Representative Concentration Pathways – Antaganden om framtida utvecklingsvägar för utsläpp av växthusgaser. RCP-scenarierna betecknas med siffror som anger den strålningsdrivning de olika utvecklingsvägarna ger upphov till år 2100.
Råvatten	Det vatten som vattenverken använder för att producera dricksvatten, kan vara antingen ytvatten eller grundvatten.
Samhällsviktig verksamhet	Verksamhet, tjänst eller infrastruktur som upprätthåller eller säkerställer samhällsfunktioner som är nödvändiga för samhällets grundläggande behov, värden eller säkerhet.
SSP	Shared Socioeconomic Pathways –är en modell för att beskriva olika socioekonomiska utvecklingar som påverkar klimatförändringar. Dessa scenarier används i klimatmodeller för att beräkna hur klimatförändringar kan utvecklas beroende på hur människor hanterar socioekonomiska faktorer som befolkningsutveckling, jämlikhet och energianvändning.
Skyfall	SMHI:s definition är ”minst 50 mm nederbörd på en timme eller minst 1 mm på en minut”. Men även mindre regnmängder kan få konsekvenser förknippade med skyfall.
Stålningsdrivning	Förstärkning av växthuseffekten på grund av externa faktorer, som till exempel utsläpp av växthusgaser. Mäts i Watt per kvadratmeter (W/m2).
Urban värmeö	Fenomenet att urbana områden generellt är varmare än sin omgivning, främst ett nattligt fenomen. Anges vanligtvis som skillnad i lufttemperatur, men kan också anges som skillnader i yttemperatur, strålningstemperatur etcetera.
Vattenflöde	Ett mått på hur mycket vatten per tidsenhet som passerar genom en tvärsektion av vattendraget. I Sverige används enheten m³/s eller l/s för vattenflöde.
Vattenreglering	Åtgärd för ändring av vattenföringen i ett vattendrag eller avbördningen från en sjö (indirekt vattenståndet) till förmån för utvinnande av vattenkraft, vattenförsörjning och torrläggning med mera.
Värmebölja	En längre sammanhängande period med hög lufttemperatur. Enligt SMHI definieras en värmebölja som ”en sammanhängande period då dygnets högsta temperatur överstiger 25 °C minst fem dagar i sträck”.
Värmestress	Uppkommer när kroppen inte längre kan reglera sin temperatur genom utsöndring av svett och ökat blodflöde. Kroppstemperaturen stiger och det påverkar bland annat andning, hjärta och blodcirkulation.
Växthusgaser	Gaser i atmosfären som har den egenskapen att de absorberar jordens värmestrålning och på så sätt hindrar en del av värmestrålningen att försvinna från atmosfären och ut i rymden. De vanligaste växthusgaserna är koldioxid, metan och vattenånga.
Ytvatten	Det vatten som finns på Jordens yta i sjöar, vattendrag, hav och våtmarker. Den största delen av ytvattnet är saltvatten. Ytvatten interagerar med atmosfären, genom processer som uppvärmning/nedkylning, avdunstning och nederbörd.
Återkomsttid	Med återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tid. Ett regn eller ett flöde som har en återkomsttid på 50 år uppnås eller överträffas i genomsnitt en gång på 50 år. Det innebär att sannolikheten är 2 procent varje enskilt år. Eftersom man exponerar sig för risken under flera år blir den

	ackumulerade risken avsevärt större. För en konstruktion vars livslängd beräknas till 100 år blir den ackumulerade risken hela 87 procent att 50-årsvärdet överskrids någon gång under 100 år.
FÖRKORTNINGAR	
FHM	Folkhälsomyndigheten
GIS	Geografiskt informationssystem
IPCC	FN:s klimatpanel: Intergovernmental panel on climate change
IVL	Svenska miljöinstitutet
KSA	Klimat- och sårbarhetsanalys
MCF	Myndigheten för civilt försvar (tidigare MSB)
ODC	Object, distance, cost
RCP	Representative Concentration Pathways
SGI	Statens geologiska institut
SGU	Sveriges geologiska undersökning
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
SSP	Shared Socioeconomic Pathways
SVA	Statens veterinärmedicinska anstalt
WMO	Världsmeteorologiorganisationen



Länsstyrelsen
Kalmar län

www.lansstyrelsen.se/kalmar